

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

4-60
52
460

А. А. ЧИКИН

**АСТРОНОМИЧЕСКАЯ
ТРУБА
ИЗ ОЧКОВЫХ СТЕКОЛ**



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

1932

А. А. ЧИКИН

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ
ТРУБА
ИЗ ОЧКОВЫХ СТЕКОЛ

С ДОБАВЛЕНИЕМ П. В. АЛБЫЧЕВА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД

Читатель! Сообщите отзыв об этой книге (ваши замечания о ее недостатках и желательных изменениях в следующем издании) по адресу:

Москва, Мясницкая, д. 20, Государственному технико-теоретическому издательству (в секцию организационно-массовой работы).

Редакционную работу по этой книге провел А. К. Бел я в. Издание оформила С. Л. Дыма н. Корректуру держала А. Х. Ар т ю х о в а. Наблюдал за выпуском Е. М. Б о г д а н о в. Рукопись сдана в производство 29/VII 1932 г. Листы подписаны к печати 26/XI 1932 г. Книга вышла в свет в декабре 1932 г. в количестве 5000 экз., на бумаге формата $72 \times 105 \frac{1}{2}$. Печатных знаков в книге 109000, листов в книге $1 \frac{1}{8}$. Зак. № 2301. ГТТИ № 483. Уполномоченный Главлита Б-25579.

Книга отпечатана в 1-й тип. Огиза РСФСР „Образцовый“. Москва, Валуевая, 23.

1. ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ.

До того времени, пока Галилей впервые навел свою трубу на небо, человечество видело на небе, кроме Солнца и Луны, только точки звезд и планет, одни более, другие менее яркие, и лишь могло следить за их движениями и их взаимным расположением. То же остается и современному любителю, астроному, лишенному трубы или бинокля. Уже хороший бинокль может дать возможность, например, заняться систематическими наблюдениями переменных звезд. Но хорошие бинокли очень дороги, и все же ни в какой бинокль нельзя увидеть, например, колец Сатурна. И потому всякому заинтересовавшемуся астрономией нужна, в конце концов, зрительная труба. Но зрительные трубы, к сожалению, также дороги, и их трудно достать; поэтому мы можем рекомендовать построить себе зрительную трубу самому.

Часто думают, что астрономы, употребляя мощественные телескопы, пользуются и огромными увеличениями — в тысячи раз. Но это не верно. Такие увеличения употребляются чрезвычайно редко (главным образом, для разделения теснейших двойных звезд), при особенно благоприятных атмосферных условиях. Обычное же среднее увеличение на больших рефракторах 500—600 раз, на средних — 200—500 и на малых — 100—200 раз. Таким образом, если ограничиться увеличением от 50 до, самое большее, 100 раз, то возможно построить трубу, дающую такое увеличение, с ничтожной затратой труда и средств. Мы, конечно, не думаем обучать

здесь читателя шлифованию сложных объективов или вогнутых зеркал, а предлагаем соорудить трубу из готовых стекол, которые можно легко достать.

Такую трубу можно приготовить из очковых стекол. Мы уже предвидим весьма естественный скептицизм читателя к трубе из *неахроматического* стекла от очков, но постараемся рассеять этот скептицизм как по отношению к неахроматичности объектива, так и по отношению к плохим изображениям, какие получались, например, в трубе Галилея при рассматривании Сатурна даже на прекрасном небе Флоренции. Труба Галилея увеличивала в 32 раза, имела окуляром уменьшительное стекло, как в театральном бинокле; окуляр этот был вделан в трубу неподвижно ¹, а главное, она была построена по совершенно произвольному отношению фокусной длины к диаметру объектива. И тем не менее даже и такая, крайне несовершенная труба значительно расширила знания человечества о Вселенной. Конечно, в век скорострельных магазинных ружей прибегать к кремневому оружию как будто иррационально. Но не следует забывать, что и кремневое ружье — все же оружие, и человек, имеющий в своих руках даже такое ружье, несомненно, является вооруженным по сравнению с тем, у кого в руках нет ничего.

Прежде всего напомним, что телескоп, изобретенный Кеплером в 1611 г., представляет собою трубу с двумя стеклами: объективом и окуляром.

Для телескопов берут длиннофокусные линзы. При этом для объектива берется более длиннофокусная линза, чем для окуляра.

Лучи MN (рис. 1), от светила проходя через объектив A , преломляются в нем, и изображение m_1n_1 получается почти в главном фокусе объектива, так как предмет MN весьма удален от наблюдения;

¹ Подвижная окулярная трубка изобретена Кеплером.

полученное изображение рассматривается при помощи окуляра *В*.

Чем дальше от объектива получается изображение, т. е. чем больше фокусное расстояние объектива, тем больше и само изображение, тем больше и увеличение трубы при одном и том же окуляре. С каждым объективом можно получить большое увеличение трубы, применяя более сильные (с мень-

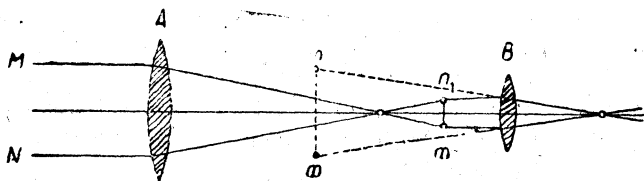


Рис. 1. Ход лучей в телескопе: *А*—объектив телескопа; *В*—окуляр; *МН*—лучи, идущие от светила; *n₁m₁*—действительное изображение светила, получающееся от объектива; *nm*—мнимое изображение светила, получающееся в окуляре; это изображение видит глаз.

шим фокусным расстоянием) окуляры, но невыгодно при этом идти дальше некоторого предела, так как изображение, получаемое от объектива, с возрастанием увеличения становится все более и более темным, утрачивая при этом резкость очертаний.

В течение 150 лет со времени изобретения телескопа объективом его была простая одиночная линза. Такая линза имеет, главным образом, два недостатка: *сферическую абберацию* и *хроматическую абберацию*. Первая из этих аббераций состоит, как известно, в том, что падающие на линзу параллельные лучи сходятся в фокусе не в одну точку, а так, что лучи, проходящие через края линзы, собираются ближе к стеклу, а лучи, проходящие через центр линзы, — дальше от нее. Однако этот недостаток в старинных трубах, имевших очень большую фокусную длину, был столь

незначителен, что с ним можно было совершенно не считаться. Хроматическая же aberrация, происходящая, как известно, оттого, что всякая линза не только преломляет свет, но и одновременно разлагает его на составные радужные цвета, наподобие призмы, является самым вредным и неприятным недостатком, больше всего нарушающим отчетливость изображения. Хроматическая aberrация простой линзы не может быть уменьшена ниже величины, присущей стеклу с низкой дисперсией, т. е. стеклу со сравнительно небольшой цветоразлагающей способностью, каким является кронглас или обыкновенное зеркальное стекло. В этом стекле действие aberrации таково, что лучи красного цвета собираются в фокус примерно на $\frac{1}{60}$ всей фокусной длины дальше от линзы, чем лучи синего цвета, а так как глаз всего чувствительнее к лучам желто-зеленым, которые кажутся для него наиболее яркими, то в фокусе этих лучей линза не соберет красных и синих в одну точку, а даст некоторый «кружок рассеяния» диаметром, равным $\frac{1}{120}$ диаметра объектива: если, например, объектив имеет диаметр в 3 см, то диаметр каждого кружка

рассеяния будет равен $\frac{30}{120} = 0,25$ мм. Грубо говоря,

изображение будет образовано из цветных точек, наподобие того, как получается изображение какого-нибудь рисунка при помощи автотипии, т. е. цинкографии, снятой через сетку, у которой величина точек равна $\frac{1}{4}$ мм. Оттиск с такого клише на хорошей бумаге и на некотором расстоянии производит почти такое же впечатление, как и фотографический снимок; но достаточно самой слабой лупы, чтобы увидеть, что весь он состоит из точек. Поэтому изображение, даваемое простой линзой, в этом случае может выдерживать, не разлагаясь на составляющие его цвета, лишь самое слабое увеличение — в 1,5—2 раза. Большее же увеличение

может быть получено лишь при возрастании фокусной длины объектива. Поэтому-то астрономы XVII и XVIII веков и строили телескопы по 100 и более футов длины (более 30 м!).

Но это рассуждение, построенное целиком на основах геометрической оптики, как показал английский ученый проф. А. Е. Конради, не соответствует вполне строго тому, что наблюдается на самом деле. Действительная способность даже однолинзового неахроматического объектива много выше, чем можно было бы ожидать из выводов лишь геометрической оптики, благодаря тому счастливому для практического оптика факту, что свет состоит, как известно, из волн, имеющих хоть и малую, но все же определенную длину. По этой же причине даже самый совершенный телескоп не может дать изображения звезды в виде точки, а непременно даст некоторый светлый кружок, диаметр которого имеет определенные размеры. Чем совершеннее телескоп, тем кружок этот меньшего размера. Для получения с помощью обыкновенного, неахроматического объектива достаточно хорошего, неокрашенного изображения, способного выдерживать увеличение, необходимо, как нашел тот же проф. Конради, чтобы объектив удовлетворял формуле $F = 38,4 A^2$, где A — диаметр объектива, а F — его фокусное расстояние, выраженные в сантиметрах. Например, объектив диаметром в 4 см должен иметь фокусную длину больше 6 м.

Таким образом мы видим, что объективом для нашей предполагаемой трубы должна быть простая, очень слабо увеличивающая, т. е. длиннофокусная линза. Такой линзой лучше всего может служить очень слабое очковое стекло.

Из элементарных учебников физики мы знаем, что всякая собирающая линза — какой являются и очковые стекла для дальнозорких — дает обратное и уменьшенное изображение очень отдаленного предмета (лучи, падающие от такого пред-

мета на линзу можно считать параллельными). Это, конечно, справедливо лишь по отношению к действительной величине предмета, а не к его угловой величине. Угловая величина уже при объективе с фокусной длиной в 24 см равна угловой величине предмета. И если взять стекло с таким фокусным расстоянием и поместить его в трубу длиной в 25 см, а с другого конца приложить к трубе матовое стекло, то получившееся на стекле обратное изображение очень отдаленного предмета, если рассматривать его с расстояния ясного зрения (т. е. 25 см), будет такой же величины, как и кажущаяся величина этого предмета, видимого простым глазом. Это легко проверить, если рассматривать одновременно одним глазом изображение на матовом стекле, а другим — непосредственно самый предмет. Если же фокусная длина линзы возрастает, то вместе с нею возрастает и величина изображения предмета, и линза с фокусом в 50 см дает изображение уже в два раза большее, линза с фокусом в 1 м — в 4 раза большее и т. д.

Из сказанного ясно, что чем больше фокусное расстояние объектива трубы, тем сильнее она увеличивает, независимо от применяемого окуляра. Поэтому в большие рефракторы можно, например, видеть кольцо Сатурна и даже его спутников без помощи окуляров, и такой длиннофокусный рефрактор, как рефрактор в Трептоу близ Берлина, имеющий фокусное расстояние в 21 м, дает изображение Солнца около 19 см в диаметре без всякого окуляра.

Таким образом длиннофокусная труба не только достаточно ахроматична, но и сильно увеличивает, взятая без окуляра. Однако труба с объективом диаметром в 1 см и фокусной длиной в 38,4 см, конечно, не будет светосильной, так как яркость изображения, как известно из физики, прямо пропорциональна квадрату диаметра объектива и обратно пропорциональна поперечному увеличению

трубы. Стало быть, наша труба будет несколько страдать от излишнего увеличения за счет уменьшения окраски и светосилы. И хотя она пригодна лишь для наблюдения более или менее ярких объектов, тем не менее мы рекомендуем ее устройство, так как, проверив на опыте все изложенное здесь, вполне убедились, что такая труба из очковых стекол может дать многое; даже некоторое отступление от формулы проф. Конради в сторону увеличения отверстия объектива все еще не вводит заметной окраски, если не злоупотреблять очень сильными увеличениями или применять к окуляру желто-зеленый светофильтр.

2. ОЧКОВЫЕ СТЕКЛА.

Очковые стекла предназначаются для исправления преимущественно двух главных недостатков человеческих глаз: близорукости — вогнутые стекла, «конкав», как их называют окулисты и оптики, и дальнозоркости — выпуклые стекла, или «конвекс». Есть еще и другие стекла, например цилиндрические, для исправления тоже достаточно распространенного недостатка глаза — астигматизма, призматические — для исправления косоглазия и пр. Нас, главным образом, интересуют здесь простые двояковыпуклые стекла для дальнозорких, конвекс, обозначаемые на рецептах врачей обыкновенно знаком + (плюс), и, как увидим дальше, отчасти и двояковогнутые, конкав, обозначаемые знаком — (минус).

Для хороших стекол употребляется особое стекло Brillenglass, отличающееся большой прозрачностью и твердостью и принимающее вследствие этого более яркую полировку; еще лучшие стекла делаются из горного хрусталя. Обыкновенные же стекла готовятся из зеркального стекла, кронгласа, который в плохих сортах имеет часто зеленоватый оттенок. Для сильных вогнутых стекол применяют

и твердый флинтглас, как более белое стекло. Стекла эти для разной силы очков употребляются разной толщины, начиная от 2 и до 5—6 мм и более.

Все сорта как выпуклых, так и вогнутых стекол можно разделить на три и даже четыре группы: слабые, средние, сильные и очень сильные.

Прежде сила стекол обозначалась номерами, что соответствовало фокусной длине стекла, выраженной в дюймах. Например, стекло силой + № 8 означало стекло с фокусом в 8 дюймов. Теперь же силу очковых стекол определяют исключительно в диоптриях, обозначаемых буквой *D*; стекло, силой в одну диоптрию, имеет фокусное расстояние в 1 м или 100 см. Стекло в $0,5D$ отвечает фокусному расстоянию в $1:0,5 = 2$ м, стекло в $0,25D$ отвечает фокусу $1:0,25 = 4$ м, стекло в $3D$ —фокусу в $1:3 = 0,33$ м и т. д. Приведем здесь табличку очковых стекол, обозначенных в диоптриях и сантиметрах.

Диоптрии	Фокусное расстояние	Диоптрии	Фокусное расстояние
$0,25D$	400 см	$4,75D$	21 см
$0,3$ »	333,3 »	5 »	20 »
$0,5$ »	200 »	$5,5$ »	18,1 »
$0,75$ »	133,3 »	6 »	16,6 »
1 »	100 »	$6,5$ »	15,3 »
$1,25$ »	80 »	7 »	14,2 »
$1,5$ »	62,5 »	8 »	12,5 »
$1,75$ »	58,3 »	9 »	11,1 »
2 »	50 »	10 »	10 »
$2,25$ »	44,4 »	11 »	9,1 »
$2,5$ »	40 »	12 »	8,3 »
$2,75$ »	36,3 »	13 »	7,7 »
3 »	33,3 »	14 »	7,1 »
$3,25$ »	30,7 »	15 »	6,6 »
$3,5$ »	28,5 »	16 »	6,2 »
$3,75$ »	26,6 »	17 »	5,8 »
4 »	25 »	18 »	5,5 »
$4,25$ »	23,5 »	19 »	5,2 »
$4,5$ »	22,2 »	20 »	5 »

Обычно точность изготовления очковых стекол (если это не какие-либо особенно точные стекла) не

превосходит $\frac{1}{8}D$, т. е. стекла могут уклоняться в ту или другую сторону от обозначенной на них их силы на $\frac{1}{8}D$, и глаз этого почти не различает; например, вместо стекол в $+2D$ можно пользоваться очками в $+1\frac{7}{8}D$ или $+2\frac{1}{8}D$.

В мастерских и в хороших магазинах, продающих очки, силу стекол обыкновенно измеряют пружинным сферометром, который сразу показывает стрелкой на циферблате кривизну каждой стороны стекла в диоптриях и их долях. Более же точно определить силу стекла, т. е. измерить его фокусную длину, можно, наведя это стекло на Солнце и измерив в сантиметрах расстояние от стекла до резкого изображения Солнца.

3. ПРОСТОЙ ТЕЛЕСКОП.

Если вы не искушены еще в подобного рода работах, то мы советуем сначала для опыта построить простую трубу, состоящую только из двух стекол, — объектива и окуляра. Лучше всего для этой трубы взять очковые стекла такой оптической силы: для объектива в одну диоптрию и для окуляра — восемь — десять диоптрий. В продаже есть стекла отшлифованные по краям и просто обрезанные, круглые и овальные. Для нас годятся любые, но лучше, конечно, круглые. Для примера ниже даны чертежи для оправ: для круглого окуляра и овального объектива. Если у вас будут стекла других размеров, то в зависимости от них следует изменить и размеры оправ. На этой работе вы познакомитесь с оптической системой трубы и приобретете некоторые практические навыки, которые необходимы для сооружения более сложного инструмента, описание которого мы дадим ниже.

Постройку этой трубы лучше всего начать с окуляра. Для этого возьмите фанеру и выпилите из нее два кольца *A* (рис. 2) с наружным диаметром в 55 мм и внутренним диаметром на 2 мм меньше,

чем диаметр вашей линзы. Затем выпилите два кольца *В* с наружным диаметром в 55 мм и внутренним, равным диаметру линзы. Эти последние кольца склейте под прессом и затем, вставив в них линзу, наложите с обеих сторон кольца *А* и приклейте, надавливая осторожно, чтобы не раздавить линзы (рис. 2, *С*).

Дальше выстругайте цилиндрическую палку в 55 мм диаметром и на ней склейте из тонкого картона или просто толстой бумаги в несколько слоев трубку. Длина этой трубки зависит от фокусного расстояния окуляра: если фокусное расстояние его

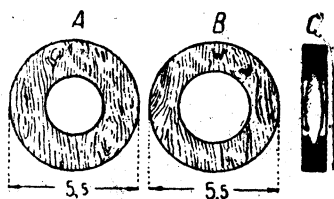


Рис. 2. Устройство окуляра: *А* и *В*—фанерные кольца, из которых собирается оправа для окуляра; *С*—окуляр в разрезе.

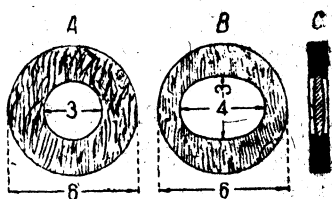


Рис. 3. Устройство объектива: *А* и *В*—фанерные кольца, из которых собирается оправа для объектива; *С*—объектив в разрезе.

равно 100 см, то трубку можно сделать длиной в 70 см, при фокусном расстоянии в 50 см длину трубки следует взять около 40 см. Трубку нужно аккуратно обрезать и оклеить темной гладкой бумагой, затем вычернить тушью или черной краской внутреннюю поверхность и, вставив в один конец окуляр, укрепить его.

Теперь надо приступить к постройке трубки для объектива. Для этого трубка с окуляром снова надевается на палку и по этой трубке делается новая, немного большей длины. Эта трубка должна легко двигаться по первой трубке. Затем и эта трубка, так же как и первая, оклеивается темной гладкой бумагой, концы обрезаются и обравниваются, а внутренняя поверхность покрывается тушью.

Когда готова и эта часть, делается оправка для объектива. Из фанеры выпиливается фигура В (рис. 3) и наклеивается на фигуру А, затем в кольцо вставляется очковое стеклышко и сверху заклеивается вторым кольцом А. Наружный диаметр этих колец делается равным внутреннему диаметру второй трубки, и объектив вставляется с клеем в один конец второй трубки; телескоп готов.

Испытание прибора. Для пробы прибора положите его на какую-нибудь подставку¹ (в руках, благодаря сильному приближению, прибор держать нельзя: слабые незаметные на-глаз дрожания руки не дадут возможности разглядеть «прыгающие» предметы). Укрепив на подставке, наведите его на какой-нибудь далекий предмет и постепенно выдвигайте окулярную трубку до тех пор, пока не получится резкое перевернутое изображение предмета. При хорошем подборе стекол на расстоянии 200 м видны не только отдельные листья на деревьях, но даже жилки (нервы) на листьях и мелкие насекомые, летающие на большом расстоянии.

Направив ночью такой прибор на небо, вы прежде всего в поле зрения трубы увидите звезды там, где невооруженный глаз ничего не различает, кроме темного пространства. Труба, наведенная на Луну, даст вам возможность исследовать лунные цирки, горы и громадные впадины «морей».

При помощи этой же трубы можно исследовать Солнце, для чего к окуляру необходимо прикрепить закопченное стекло, чтобы не ослепить глаз.

4. ШТАТИВ.

Для того чтобы было удобнее производить наблюдения, необходимо сделать штатив или воспользоваться готовым фотографическим штативом.

¹ Испытание лучше всего производить днем.

Штатив делается таким образом: из деревянного, лучше березового, круглого обрубка диаметром в 6 см и высотой 12 см выстругивается трехгранная



призма с гранями по 5 см шириной. Верхняя половина ее обделывается в форме цилиндра с диаметром в ружейную гильзу крупного калибра, лучше от охотничьего ружья (рис. 4). Затем из доски в 1 см толщиной делаются три ножки в 150 см длиной и в 4 см шириной в верхней части и суживающиеся книзу до 1 см. Эти ножки тремя крупными винтами нетуго привинчиваются к трем граням призмы, и штатив готов (см. рис. 4).

Чтобы укрепить на штативе трубу, необходимо сделать приспособление.

Рис. 4. Устройство верхней части штатива: вверху—вид сверху, внизу—вид сбоку.

Прежде всего в дощечке в 1 см толщиной, 3 см шириной и 10 см длиной делают круглой стамеской и круглым рашпилем углубление, подгоняемое к наружной окружности наружной трубки, и затем труба приклеивается к этой верхней дощечке.

В середине этой дощечки] выпиливается продолговатое отверстие, в которое вставляется дощечка в 1 см толщиной, выпиленная в форме закругленного прямоугольника с шипом (рис. 5, А). Этот

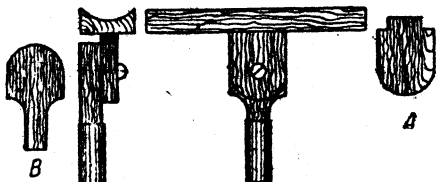


Рис. 5. Способ прикрепления трубы к штативу.

прямоугольник привинчивается винтом (нетуго) к лопаточке В, с круглым сечением нижней части по-

диаметру нижней гильзы, которая вставляется в гильзу со срезанной запальной частью наполовину.

Этой гильзой труба телескопа, прикрепленная к дощечке с углублением, надевается на штатив. Прибор получает окончательный вид, показанный на рис. 6.

Благодаря такому сочетанию соединений труба на патроне легко поворачивается в горизонтальной плоскости, а винт, скрепляющий детали А и В (рис. 5), дает возможность двигать трубу в вертикальной плоскости, т. е. изменять угол ее наклона к горизонту.

И вот только теперь, когда приобретен некоторый опыт, вы можете приступить к постройке более сложной астрономической трубы с параллактическим штативом.

Описание этой трубы вы найдете в следующих главах.

5. ОБЪЕКТИВ ТРУБЫ.

В большинстве случаев круглые очковые стекла имеют диаметр около 40 мм, так что если бы мы приняли эту величину за значение А в вышеприведенной формуле Конради, то фокусное расстояние



Рис. 6. Телескоп в готовом виде на штативе.

нашего стекла должно было бы равняться более чем 6 м, т. е. такое стекло должно быть силой всего в $+0,16D$; но таких стекол обыкновенно и не делают. Поэтому мы ограничиваемся меньшим диаметром, чтобы иметь и соответственно меньшее фокусное расстояние. На основании личного опыта смело можем рекомендовать читателю приобрести стекло силой в $+0,5D$, имеющее фокусное расстояние 2 м. И на основании опять-таки личного опыта советуем приобрести стекло круглое, а не обточенное на овал, так как такие стекла обыкновенно более точны в смысле кривизны и особенно центрировки. При фокусном расстоянии в 200 см отверстие объектива должно быть, согласно формуле Конради, около 22 мм, и, как мы вполне убедились на опыте, при не особенно сильных увеличениях отверстие это сколько-нибудь заметного влияния на окраску не имеет, а при рассматривании, например, Луны или Солнца можно с успехом пользоваться даже и большим отверстием, применяя увеличение около 100 раз; окраска при этом еще почти не видна. Во всяком случае, такое стекло при желании легко радиафрагментировать.

Такие стекла в $+0,5D$ можно достать в хорошем оптическом магазине. Так как подобные стекла вообще требуются мало (потому что у нас прибегают к употреблению очков лишь тогда, когда дальновзоркость станет, наконец, значительной помехой при занятиях, т. е. когда уже нужны очки в 2 или даже 3 диоптрии), то они имеют малый спрос и по большей части находятся у оптиков в необточенном на овал виде, а в виде кружков. Конечно, если не удастся достать круглого, то можно удовольствоваться и овальным стеклом. Последние имеют довольно разнообразные размеры, особенно если они уже обточены по оправе, но по большей части малая ось овала не делается меньше 25 мм, так что, закрыв его диафрагмой с круглым отверстием, мы будем иметь диаметр нашего объектива все же в 23—24 мм.

Так как стекла для дальноворких силой в $+0,5D$ употребляются сравнительно редко, то может случиться, что где-нибудь в провинции их нельзя будет и вовсе достать. Тогда рекомендуем поступить так: раздобыть вместо одного два стекла: одно для дальноворких, конвекс, а другое для близоруких, конкав, но различных по силе на $+0,5D$, т. е. если конвекс будет, скажем, $+3D$, то конкав должен быть $-2,5D$; если конвекс будет $+1,5D$, то конкав $-1D$ и т. д.; вообще увеличительное стекло на $0,5$ диоптрии сильнее уменьшительного. Сложив эти два стекла вместе, мы получим стекло силой в $+0,5D$. Комбинируя таким способом два стекла, можно получить и стекло в $+0,75D$ или в $+1D$ и др.¹

Те, которых, может быть, устрашает длина трубы (при стекле в $+0,5D$ около 2 м), могут ограничиться трубой длиною в 1 м. Для этого потребуется стекло уже в $+1D$, но увеличение с такой трубой можно получать лишь вдвое меньшее, т. е. приблизительно не более 50 раз. Более короткофокусную трубу из очкового стекла делать не стоит, и такая труба будет полезна лишь как искатель к длиннофокусной трубе, о чем скажем дальше. $\$ 150-$

6. МОНТИРОВКА И ЦЕНТРИРОВКА ОБЪЕКТИВА.

Очковое стекло круглой формы, служащее в качестве объектива для нашей трубы, не нуждается, конечно, ни в какой особенной монтировке и центрировке, просто вставляется в трубу, как есть, и лишь поверх него, в случае надобности, накладывается диафрагма нужного размера, о чем скажем ниже. Стекла же, имеющие овальную

¹ Возможно, что при комбинации двух стекол ожидаемый результат может не получиться, например $+2,75D$ и $-2D$ дадут F не 133 см, а либо больше, либо меньше, в зависимости от точности изготовления этих стекол, которая не превышает, как мы сказали, $1/8 D$.

форму, и особенно два стекла, сложенные вместе, требуют некоторой монтировки для вставки в трубу, так как их некруглая форма неудобна для непосредственной вставки в трубу с круглым сечением.

Для того чтобы овальное стекло точно поместить в трубу, следует поступить таким образом. На нетолстой, но возможно более плотной папке сперва чертим циркулем кружок, равный размеру принятого нами отверстия объектива, т. е. примерно 23—24 мм (стало быть, радиусом в 12 мм), и второй кружок, концентрический с первым, — радиусом приблизительно в 20 мм. Затем, тщательно вырезав получившееся таким образом кольцо, закрашиваем его с обеих сторон какой-нибудь черной краской; лучше всего тушью или инком. Затем на куске белой бу-

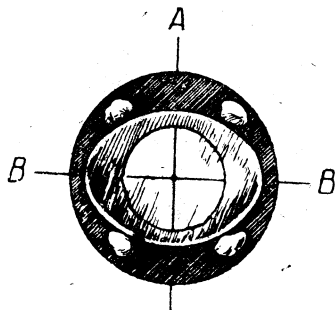


Рис. 7. Способ центрировки стекла и оправы.

маги чертим две взаимно пересекающиеся под прямым углом линии *АА* и *ВВ* (рис. 7) и, положив эту бумагу на какую-нибудь более или менее горизонтальную поверхность (гладкий стол), накладываем наше кольцо на бумагу так, чтобы центр его совпал с точкой пересечения обеих линий; верх кольца накладываем

овальное очковое стекло, стараясь сколько возможно точнее совместить центр его овала с пересечением линий. Затем, отломав несколько маленьких кусочков воска, сапожного вара или сургуча, располагаем их в четырех местах на кольце рядом с краем стекла, как изображено на рис. 7. Разогрев на огне лампы или свечи кусок какой-нибудь проволоки (хотя бы головную шпильку), осторожно прикасаемся ею к этим кусочкам воска или вара, заставляя последние расплавляться, ста-

раясь, однако, не задеть стекла. Вар, расплавившись, растечется под стеклом по кольцу и, застыв, удержит его в правильном положении по отношению к плоскости и к центру кольца. После этого для прочности следует добавить на кольцо еще воска или вара и заклеить таким образом стекло со всех сторон. Так как поверхность стекла выпуклая, то без этих предосторожностей оно может прикрепиться к кольцу косо, и тогда изображение в фокусе трубы будет плохое.

Монтировка объектива из двух овальных очковых стекол требует еще большей внимательности. Наклеив только что описанным способом конвекс, т. е. увеличительное стекло, на кольцо и вычистив его поверхность чистой тряпочкой, накладываем на него, также сперва вычищенное, уменьшительное стекло, и наблюдаем в месте соприкосновения обоих стекол появление так называемых ньютоновых колец. Сущность этого явления известна из любого школьного курса физики, и мы не будем о нем распространяться; нам нужны эти ньютоновы кольца лишь как указатель места, где соприкасаются оба наши стекла. Нажимая слегка то на один, то на другой край стекла, мы, по желанию, можем заставить эти кольца перемещаться на любое место поверхности стекол. Верхнее вогнутое стекло следует расположить на нижнем так, чтобы эти ньютоновы кольца пришлись как раз в центре, на пересечении линий AA и BB (рис. 7). Тогда, нагревая кусочки вара, воска или сургуча и придерживая одной рукой стекло в надлежащем положении, скрепляем его несколькими каплями с нижним стеклом. Пока воск или вар еще не застыли, можно в случае надобности, пользуясь двумя руками, исправить положение ньютоновых колец, если они случайно сместятся с центра. Затем стекло закрепляется добавкой опять-таки воска или вара вокруг краев, как и в первом случае. При этом, однако, отнюдь не следует наносить воска или вара столько, чтобы, затвердев, он возвышался над поверхностью стекла.

На рис. 8 изображен склеенный таким образом объектив из двух стекол. Нецентрально соединенные два стекла дадут в фокусе трубы еще худшее изображение, чем одно, поставленное косо; вот почему эту нехитрую операцию следует, повторяем, сделать внимательно.

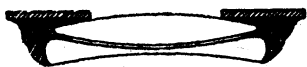


Рис. 8. Способ скрепления стекол объектива.

7. ТРУБА ТЕЛЕСКОПА.

Теперь переходим к описанию изготовления объективной головки, в которую будет вставлен наш объектив; а так как изготовление ее мало чем отличается от изготовления самой трубы нашего телескопа, то будем говорить и о последней.

Наиболее подходящим материалом для корпуса трубы будет плотная карточная, мундштучная, синяя, так называемая пакеточная, и всякая другая достаточно плотная бумага, не исключая и плотной желтой оберточной бумаги, если она достаточно хорошо проклеена. Какие-нибудь старые ненужные карты, планы или чертежи, если они исполнены на ватманской, александрийской или другой подобной бумаге, являются также, конечно, очень подходящим материалом для сооружения нашей трубы. Помимо плотной бумаги полезно также иметь немного и тонкой, слабо проклеенной, например хотя бы газетной, и затем — небольшой листок тонкой, но очень хорошо проклеенной и гладкой бумаги, например хорошей почтовой или крашеной; эта бумага очень полезна для оклейки окулярной трубки, позволяя последней более плавно скользить. Плохо же проклеенная бумага, например газетная, от трения скоро стирается, оставляя в трубе соринки.

Затем нам нужны еще клей для склеивания трубы и матовая черная краска.

Наилучшим клеем для бумаги следует считать обыкновенный картофельный или рисовый крахмал, который можно самому приготовить следующим образом. Насыпав в какую-нибудь кастрюльку сухого крахмала примерно до $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ ее вышины, наливаем в нее немного холодной воды и тщательно размешиваем крахмал, пока он не получит вида очень густых оливок или очень жидкой сметаны. Затем быстро, все время мешая, вливаем в кастрюльку крутого кипятку почти до полна. Крахмал при этом из беловатого постепенно начинает становиться прозрачным. Если же это не произошло, следует сейчас же поставить кастрюльку на огонь и, опять-таки все время помешивая, дать крахмалу сделаться прозрачным, можно даже допустить появление при этом одного или двух пузырей, что укажет на то, что температура воды в нем достигла точки кипения. Рисовый крахмал варится совершенно таким же способом. Что же касается столярного клея, то для бумаги он менее пригоден, хотя держит ее превосходно; употреблять его приходится в горячем виде, а будучи горячим и сильно проникая в поры бумаги, он требует большого навыка, чтобы при помощи его склеить более или менее длинную бумажную трубу правильно, т. е. не деформировав ее. Гуммиарабик, особенно более или менее хороший, очень дорог; хотя им приходится работать, конечно, в холодном виде, но он слишком быстро засыхает, как и столярный клей. Тем, которые не смогут достать ни одного из вышеупомянутых сортов клея, можно попытаться склеить трубу при помощи простого клейстера из белой или серой муки. Такой клей держит слабо и не ложится ровным слоем, но для изготовления нашей трубы не требуется особенно сильно связывающего вещества.

Теперь скажем несколько слов о черной матовой краске, которая необходима для зачернения внутренней поверхности нашей трубы. Лучшая такая краска готовится из голландской сажки, спирта (денатурата)

и какого-либо спиртового (не масленого) лака. Насыпав в какую-нибудь баночку сажи, вливаем туда столько денатурата, чтобы после размешивания она получила консистенцию сметаны. Затем добавляем немного лака и, тщательно все размешав, пробуем нашу краску на кусочке бумаги кистью. Если после высыхания краска имеет матовый вид, то проводим по ней несколько раз пальцем и если при этом она не пачкает ни пальца, ни бумаги, то краска вполне готова для употребления. Если же и палец и бумага окажутся при этом запачканными, то следует добавить еще немного лака, который служит связывающим началом краски, и затем снова повторить только что описанный опыт. Если же после засыхания краска продолжает блестеть, это указывает на то, что в ней слишком много лака; тогда надо подбавить немного сажи и если краска при этом получится слишком густой, то и денатурата. За неимением хорошей голландской сажи можно собрать немного сажи из печной трубы, стараясь выбирать ее по возможности более чистую, и, «погасив» ее, как говорят маляры, т. е. налив в нее немного денатурата, очень тщательно размешать, чтобы не было никаких комков. Вместо лака можно воспользоваться суррогатом его, приготовив раствор в том же денатурате какой-нибудь твердой смолы, лучше всего канифоли. Обыкновенной тушью или инком чернить внутренность трубы не рекомендуется, так как и тушь и инк при очень косом освещении отражают еще слишком много света, т. е. являются красками блестящими.

Приготовив краску и крахмал, мы можем приступить к изготовлению объективной головки трубы. Для этого, отрезав полосу плотной бумаги приблизительно 20 см шириной и 80—90 см длиной, один край ее, именно короткий, закрашиваем черной краской на протяжении не менее 15—17 см. Когда краска высохнет, с обратной стороны этой бумажной полосы намазываем крахмалом один край ее, — именно тот, где она зачернена приблизительно на 2—3 см.

Затем, аккуратно сворачивая эту полосу в трубку, во время сворачивания лишь изредка прикасаемся кистью с крахмалом кое-где к бумаге и лишь уже в конце свертывания опять намазываем ее сплошь крахмалом, шириной сантиметров в 15. Свернутая таким образом трубка должна иметь наружный диаметр, равный как раз диаметру картонного кольца, к которому прикреплено наше очковое стекло, т. е. 4 см. Если диаметр ее окажется слишком мал, свертывание надо начать сначала, пока крахмал еще не засох; если же, наоборот, диаметр окажется больше, чем нужно, то трубку следует несколько раз прокатать по гладкому столу в направлении свернутой бумаги, и она уменьшится в диаметре до желаемого размера.



[Рис. 9. Разрез трубы через объектив.

После этого берем еще полосу плотной бумаги такой же длины, но уже шириною не в 20, а в 30 см, и наклеиваем ее поверх только что свернутой трубки так, чтобы меньшая трубка приходилась лишь у одного края этой наворачиваемой трубки. Что касается остающегося незачерненного выступающего края (в 10 см) верхней трубки, то его легко будет зачернить внутри, когда трубка засохнет. Для прочности полезно оклеить верхнюю трубку один раз какой-нибудь тонкой бумагой поверх. Таким образом у нас получилась трубка, имеющая внутренний диаметр в 4 см и снабженная внутри заплечиком, на который как раз и уляжется наше кольцо с очковым стеклом (рис. 9). Теперь полоска плотной бумаги шириной в 10 см, или даже картона, свернутого лишь в трубку, но не склеенного,

будучи всунута поверх стекла, удержит последнюю достаточно надежно на месте. Оставляя сохнуть нашу бумажную трубку лучше стоя; это особенно важно при склеивании длинных трубок для самой нашей трубы.



Для изготовления трубы, имеющей фокусную длину в 200 см, достаточно трех листов синей пакеточной или так называемой калевой бумаги. Раньше всего, конечно, следует зачернить матовой краской длинные края двух листов на ширину примерно около 20 см. Затем, пользуясь объективной головкой, как скалкой, наворачиваем на нее наш лист совершенно теми же приемами, какие применялись нами и при изготовлении самой этой головки. После этого оклеиваем наш сверток один раз тонкой бумагой. Точно так же поступаем и со вторым листом, так что у нас получаются две длинные трубки совершенно одинакового диаметра. Третий лист плотной бумаги пойдет на соединение обеих трубок вместе, как изображено на рис. 10. Эту третью соединительную трубку мы рекомендуем не наклеивать на соединяемые трубки, а оставить лишь просто одетой. Нужно сказать, что бумажные (картонные) трубы, изготовленные при помощи специальных приспособлений, очень точны и прочны и иногда применяются в Англии при устройстве астрономических телескопов даже до 3 дюймов отверстием! Наши же только что описанные трубки даже при 4 см внутреннего диаметра являются, в сущности, не сплошными трубками, а скорее неразворачивающимися бумажными свертками. Но мы настоятельно рекомендуем читателю поступать именно таким образом при изготовлении его телеско-

Рис. 10.
Картонные
раздвижные
трубки теле-
скопа.

астрономических телескопов даже до 3 дюймов отверстием! Наши же только что описанные трубки даже при 4 см внутреннего диаметра являются, в сущности, не сплошными трубками, а скорее неразворачивающимися бумажными свертками. Но мы настоятельно рекомендуем читателю поступать именно таким образом при изготовлении его телеско-

па, а не пытаться сделать трубки более прочными, что достигается, конечно, при помощи большого количества клея. Дело в том, что бумага, будучи чрезвычайно гигроскопичной, при неравномерном высыхании очень коробится и если употребить при свертывании трубок слишком много крахмала, то при высыхании такая трубка непременно получится искривленной.

Когда трубки вполне высохнут, собираем их в одно целое, причем, если окажется, что какая-либо из них входит слишком свободно в другую, ее можно просто обернуть куском бумаги. Вдвинув в один конец собранной трубы объективную головку (сантиметров на 20), направляем нашу трубу на какой-нибудь очень отдаленный предмет или даже на Солнце, а к другому концу ее подносим кусок матового стекла (или промасленной бумаги), на котором должно получиться обратное изображение этого отдаленного предмета. Если изображение получится внутри трубы и довольно далеко от края, то, значит, наша труба в общем слишком длинна и ее следует укоротить. Лучше всего, если изображение будет получаться сантиметров на 5 позади трубы. Чтобы отрезать излишек трубы аккуратно, следует обернуть ее куском какой-нибудь бумаги, например писчей или почтовой, которая обыкновенно обрезается на фабриках строго под прямым углом, и обрезать ее острым ножом по краю этой обернутой бумаги. Для того же, чтобы обрез получился чистым, в трубку полезно вдвинуть плотный сверток бумаги, поверх которого навернута полоса тонкой жести или цинка. При желании иметь изображение внутри трубы этого, разумеется, легко достигнуть, выдвинув несколько объективную головку или одну из трубок из соединительной трубы.

Труба для стекла с вдвое более коротким фокусом, т. е. длиной около 1 м, может быть составлена не из трех колен, как только что описанная, а из двух, причем второе колено будет уже окулярной трубкой, которая на рис. 10 не изображена.

8. ОКУЛЯР.

Чтобы определить увеличение астрономической трубы, нужно, как известно, фокусную длину ее объектива разделить на фокусную длину окуляра. Если мы примем как наибольшее увеличение для нашей трубы, имеющей фокус 200 см — 100 раз, то фокусная длина окуляра в таком случае, на основании только что сказанного, должна равняться $200 : 100 = 2$ см. Более сильное увеличение для такой мало светосильной трубы применять уже бесполезно.

Астрономические окуляры бывают очень разнообразной формы. Есть так называемые «отрицательные» окуляры Гюйгенса, состоящие из двух плоско-выпуклых линз, обращенных выпуклостью в одну и ту же сторону, т. е. от глаза наблюдателя к объективу. Есть также окуляры «положительные», состоящие тоже из двух плосковыпуклых линз, но обращенных выпуклостями друг к другу, — так называемые окуляры Рамсдена. И если у читателя случайно окажется такой окуляр (только не очень сильный), то оптическую часть его трубы можно считать законченной. Если это окуляр Гюйгенса (например от дешевого школьного микроскопа), то им можно пользоваться двояко, т. е. так, как он есть, и тогда получать более сильное увеличение, или, отвинтив его переднюю линзу, пользоваться лишь одной задней, и тогда получать более слабое увеличение.

Но рассчитывать на то, что у каждого читателя найдется готовый окуляр, конечно, не приходится. Поэтому мы расскажем здесь, как самому можно построить и окуляр, либо имея обыкновенное небольшое увеличительное стекло, либо прибегнув и в этом случае опять-таки к очковым стеклам. Предлагаемые ниже комбинации проверены автором на опыте и дали отличные результаты.

Во-первых, если имеется небольшое обыкновенное увеличительное стекло, т. е. простая двояко-

выпуклая линза, то желательно, чтобы диаметр ее был не больше 4 см, так как большего размера стекло уже не поместится в окулярной трубке. Такое стекло (если это простая линза, а не линза специального назначения) имеет обыкновенно фокусную длину примерно около 8 см, что при нашей двухметровой трубе дает увеличение ровно в 25 раз. Меньших размеров линза имеет обычно и меньшую фокусную длину. Во всяком случае линзу с меньшим, чем в 2 см, фокусом употреблять, как мы уже сказали, в качестве окуляра не следует. Столь короткофокусные линзы большей частью бывают уже плосковыпуклые, и эта форма лучше отвечает назначению. Но если нет никаких увеличительных стекол, то придется прибегнуть опять к очковым стеклам, и для этой цели желательны возможно более сильные увеличивающие стекла для дальнотворных. Стекло силой в $+20D$, согласно нашей таблице, имеет фокусную длину 5 см и, стало быть, при двухметровой трубе дает увеличение в 40 раз. Две такие линзы, сложенные вместе, дадут фокус в 2,5 см и увеличение уже в 80 раз. Если не найдется столь сильных стекол, то можно взять и несколько более слабые но уже не два, а три стекла. Определить, каков будет общий фокус трех вместе сложенных линз, можно по следующей формуле: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}$, где F — общий фокус, а f_1 , f_2 и f_3 — соответственно фокусы каждой линзы.

Практически это можно сделать таким образом. Наведем каждую линзу на очень отдаленный предмет и измерим при помощи линейки фокусную длину каждой из них. Положим, линзы эти оказались соответствующими их обозначениям, например в $+20D$, в $+10D$ и $+4D$, т. е. имеют фокусы в 50 мм, 100 мм и 250 мм; тогда согласно вышеприведенной формуле, общий фокус их, если они будут сложены вплотную, будет $\frac{1}{F} = \frac{1}{50} + \frac{1}{100} + \frac{1}{250}$, т. е. приблизительно 29 мм.

Мы предоставляем читателям самим выбрать стекла для окуляра, руководствуясь этой формулой, но приобретать нужно не более трех стекол (а лучше даже лишь два стекла) и по возможности не овальной формы, а круглой, так как в этом случае их легче расположить в окулярной трубке центрально относительно друг друга.

Окулярная трубка делается совершенно так же, как и объективная головка, только внутренняя трубка ее, служащая заплечиком, не приклеивается к наружной, а остается свободной, чтобы этот заплечик, в случае

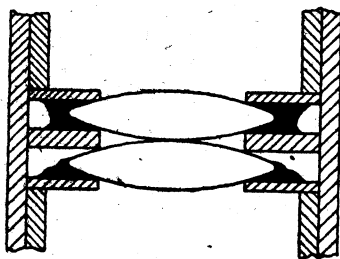


Рис. 11. Способ скрепления стекол окуляра.

надобности, можно было подвинуть ближе или дальше к концу наружной трубки. Чтобы стекла, лежа друг на друга, сохранили при этом центральное направление своих оптических осей, т. е. не расположились косо, так как они прикасаются в этом случае лишь одной точкой, между ними следует

проложить аккуратно вырезанное из папки и зачерненное кольцо, как изображено на рис. 11. Если у вас есть два одинаково сильных стекла, то можно иметь и два окуляра разной силы; если есть два стекла разной силы, то можно иметь три окуляра разной силы, т. е. один окуляр при одном самом слабом стекле (например при $+10D$ увеличение равно 20 раз), одно при более сильном (например при $+5D$ увеличение равно 40 раз) и одно при комбинации обоих этих стекол вместе — в 60 раз.

При наличии лишь стекол, имеющих овальную форму, каждое такое стекло следует наклеить варом или воском на зачерненное картонное кольцо, как это описано при монтаже объективного стекла, причем оба стекла складываются друг с другом

кольцами и так, чтобы еле заметное пятнышко ньютоновых колец пришлось при этом в центре обоих стекол. Ясно также, что в этом случае воск или вар не должен доходить до внешних краев кольца, чтобы последнее ложилось на заплечик непосредственно гладкой поверхностью, а не закрытой воском, т. е. легко бы в трубке не косо.

Если, поместив наше окулярное стекло в окулярную трубку, мы приблизим к нему глаз, наведя трубу на какой-нибудь отдаленный предмет, то увидим очень малое и мутно очерченное поле зрения. Но отведя глаз на некоторое расстояние от стекла, мы увидим гораздо большее поле зрения — тем большее, чем больше наше окулярное стекло. Если при прикладывании глаза к стеклу мы, например, видели в поле зрения трубы всего один лист на железной крыше какого-нибудь очень отдаленного дома, то, отведя глаз настолько, чтобы все окулярное стекло заполнилось изображением, мы увидим их несколько: поле зрения нашей трубы увеличится в несколько раз.

Но держать глаз на значительном расстоянии от окулярного стекла и совершенно центрально против него довольно трудно, так как при малейшем уклонении в сторону от центра изображение уже пропадает, и через трубу ничего не видно. Поэтому нам необходимо сделать окулярный колпачок с *окулярным окном*, глядя через которое мы всегда будем смотреть через окулярное окно *центрально*. Чтобы проследить на опыте ход лучей из окулярного окна, можно поступить так: навести трубу на яркий фон неба и, поднеся к окулярному стеклу кусок матового стекла или промасленной бумаги, постепенно отодвигать эту бумагу от окуляра. Проектирующийся на бумаге светлый кружок по мере удаления будет становиться все меньше и меньше, становясь в то же время все ярче и резче очерченным; наконец, на определенном расстоянии от окуляра он становится наименьшим, наиболее

ярким и наиболее резко очерченным, а затем при дальнейшем отодвигании экрана снова увеличивается и быстро теряет свою отчетливость и яркость. Это-то наиболее яркое и резкое изображение кружка и определяет положение окулярного окна, или так называемого рамсеновского круга. Прибавим здесь кстати, что если мы сможем точно измерить диаметр этого кружка, то, разделив величину диаметра нашего объектива на величину диаметра этого кружка, получим точное увеличение, даваемое трубой при этом окуляре. Так как расстояние окулярного окна от окулярного стекла зависит, конечно, от фокусного расстояния последнего, то для стекол различной силы оно должно быть разное. Но его легко найти, зная фокусную длину стекла, так как окулярное окно приходится почти в фокусе этого стекла; мы уже знаем, как его можно измерить ¹.

Лучшим материалом для изготовления окулярного окна является какая-нибудь цилиндрическая металлическая (например жестяная) баночка или только крышка от нее, если ее диаметр не превосходит внутреннего диаметра окулярной трубки. Тогда в этой крышке следует просверлить совершенно точно в ее центре дырочку величиной в 4—5 мм для слабых окуляров и в 2—3 мм для сильных. Найдя точно центр крышки, дырочку следует сверлить (хотя бы шилом) с внутренней ее стороны, чтобы получившиеся при этом рваные края можно было легко сгладить снаружи напильником или на оселке. Затем крышка внутри чернится матовой краской.

Из полоски бумаги шириной на 2—3 мм меньше, чем действительное расстояние окулярного окна от стекла, склеиваем трубку такого диаметра, чтобы наша крышка могла быть плотно надета на один

¹ Если окулярное окно поставить не на надлежащем месте, то хотя поле будет и большое, но на краях его все же будет либо синяя, либо красная окраска.

нонец трубки, который смазываем раньше, конечно, крахмалом. Затем поверх опять наворачиваем хорошо промазанную крахмалом бумагу настолько, чтобы получившийся окулярный колпачок плотно входил в окулярную трубку, упираясь в стекло окуляра (рис. 12).

При отсутствии металлической баночки можно сделать дырочку в картонном кружке и приклеить последний к такой же трубке. Но при этом рекомендуется поступить следующим образом. В картонную аккуратную дырочку в 4—5 мм и особенно 2—3 мм сделать можно так. Проткнув центр картон-

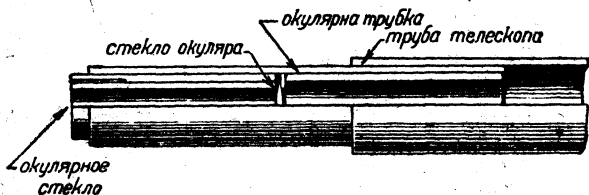


Рис. 12. Разрез трубы через окуляр.

ного кружка осторожным вращательным движением шила и не вынимая последнего из дырочки, срезаем лишние рваные выступающие края бумаги острым ножом, проделывая это несколько раз, пока дырочка не получится требуемого размера. Маленькую же дырочку в 2 мм очень удобно иногда делать и так: не обрезать рваных краев, а обжигать их на пламени хотя бы свечи и удалять затем обуглившиеся части бумаги осторожным вращательным движением вставленного в дырочку шила или толстой иглы. Таким образом можно получить очень хорошее круглое отверстие.

Прикрепить этот картонный кружок к трубке лучше всего не бумагой, а полоской коленкора, одна сторона которой прикрепляется к трубке, а другая, разрезанная фестончиками, загнется и ляжет на кружок. Такая склейка прочнее, чем бумажная.

9. ТЕМНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ СТЕКЛА.

Так как наша труба с объективом из очкового стекла вполне пригодна для наблюдений Солнца и солнечных пятен, то мы здесь скажем, как устроить солнечные стекла для таких наблюдений. Больше всего для этой цели пригодны тонкие, так называемые «предметные» стекла, употребляемые при приготовлении препаратов для микроскопов. Но так как стекла эти имеются лишь у лиц, работающих с микроскопами, то мы должны обратиться к другим стеклам, именно лучше всего к какому-нибудь ненужному фотографическому негативу, причем негатив следует выбирать из возможно более тонкого стекла. Смыв с него эмульсию, — для чего достаточно погрузить стекло на несколько минут в теплую воду и вытереть затем его насухо, — мы должны отрезать от него полоску шириной около 2 см. Режется стекло, как известно, алмазом; при неимении же алмаза такую полоску можно отрезать и каким-нибудь старым, уже негодным к употреблению напильником; напильник этот может быть трехгранный или полукруглый, но не круглый, небольшой, и лучше, если его конец будет надломлен. Тогда этим надломленным концом проводим по стеклу (по линейке) черту (хороший напильник режет стекло) сперва с одной стороны, а затем, перевернув стекло лицевой стороной вниз, проводим такую же черту и на обратной стороне, как раз против первой черты. Если стекло при этом не разломится по черте, то следует положить его свободно на руку и осторожными, но резкими ударами того же напильника ударять по черте. Стекло треснет по черте, и по мере того как мы будем наносить удары, подвижаясь вдоль черты в ту или другую сторону, трещина эта будет распространяться все больше и больше по черте, пока стекло не разломается, наконец, по желаемому направлению. Затем из полоски шириной в 2 см. отрезаем два куска по 2 см длиной так,

чтобы получилось два квадрата. Протерев хорошенько оба стекла, проносим одно из них несколько раз над пламенем свечи или небольшой керосиновой лампы, с которой снято стекло, пока поверхность его не закоптится совершенно ровно.

Для нашей малосветосильной трубы можно зашпательовать несильно, чтобы дальние ярко освещенные предметы, например стены домов и небо над их крышами, еще можно было свободно различить. Во всяком случае, можно, кроме того, посмотреть через такое стекло прямо на Солнце. Если окажется, что Солнце видно еще слишком ярким, то стекло надо закоптить сильнее. Затем, проводя тряпкой с двух сторон стекла, стираем копоть шириной примерно в 5 мм. На очищенные таким образом края наклеиваем две узких бумажных полоски, также шириной по 5 мм, и затем, смазав их и сверху крахмалом, накладываем на них чистое стекло поверх закопченного. Назначение этого второго, чистого стекла — предохранять слой копоти от повреждения. После этого оба стекла оклеиваются кругом полоской бумаги.

Для укрепления закопченного стекла в окулярном колпачке его следует раньше приклеить к картонному кружку такого же диаметра, как внутренний диаметр колпачка, и, опустив на крышку колпачка, зажать свитком плотной бумаги или папки. Лучше, если эта крышка будет металлическая, а не картонная, так как последняя может загореться от теплоты Солнца, особенно при более короткофокусной трубе.

Вместо закопченных стекол можно с успехом применить и цветные. Соединение красного с зеленым или синего с желтым стеклом дает хорошую комбинацию.

Прибавим здесь, что применение зеленого стекла, особенно светозеленого (с желтоватым, а не синеватым оттенком), чрезвычайно полезно для нашей трубы не только при наблюдении Солнца.

Такой «цветофильтр», помещенный перед окуляром, уменьшает окраску, даваемую объективом, в том случае, когда он слишком короткофокусный и совершенно не задиафрагмирован, например при фокусной длине в 1 м и отверстии объектива около 4 см. В сущности, если бы мы могли погасить все поступающие в объектив лучи, кроме желтых и желто-зеленых, к которым наш глаз наиболее чувствителен, то получили бы простой однолинзовый объектив, который лучше всякого двухлинзового ахроматического.

10. ИСКАТЕЛЬ.

Хотя кажущееся поле зрения нашей трубы, особенно при сравнительно большом окулярном стекле, и достаточно велико, оно в действительности, особенно при мало-мальски значительном увеличении, очень мало, так что, например, при увеличении около 100 раз в поле зрения трубы не уместается даже половина диаметра лунного диска. Конечно, для рассматривания планет, которые даже при сильном увеличении имеют малую угловую величину, такого поля зрения вполне хватает; но наводить трубу на светило в этом случае довольно трудно. Поэтому нам необходим искатель, т. е. добавочная малая трубка, прикрепленная к большой так, чтобы ось ее была совершенно параллельна этой последней. Трубка эта, будучи очень слабой и поэтому имея довольно большое поле зрения, позволяет гораздо легче наводить трубу на желаемый объект.

Для устройства ее рекомендуется раздобыть два круглых очковых стекла, одно хотя бы силой в $+4D$ для объектива, и другое силой в $+10D$ для окуляра. Фокус такой трубки будет 25 см, а фокус ее окуляра 10 см, так что увеличение она будет давать всего в $2\frac{1}{2}$ раза. Изображение, возможно, будет и не очень ахроматично, а звезды по краям, может быть, будут с хвостами, но это совершенно не важно.

Устройство трубы для искателя производится совершенно такими же приемами, как и устройство трубы самого телескопа. Монтировка объектива, окуляра и устройство окулярной трубки понятны из всего сказанного уже раньше. Единственным отличием окулярной трубки искателя от окулярной трубки самой трубы заключается в том, что перед стеклом окуляра помещается диафрагма с натянутыми на ней нитями, пересекающимися под прямым углом. Нити эти, прикрепленные попарно к двум противоположным концам диаметра отверстия диафрагмы, пересекаясь, образуют в центре небольшой квадратик. Если оптическая ось искателя точно совпадает с оптической осью тру-

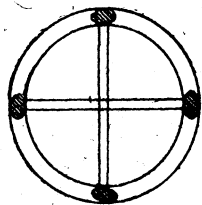


Рис. 13. Расположение нитей в трубе.

бы, то, найдя светило в поле зрения искателя и приведя его в этот квадратик, мы тем самым приведем его и в поле зрения нашей трубы. Диафрагму следует делать по возможности с более широким отверстием, чтобы благодаря этому не очень закрывать стекла окуляра; нам думается, что в этом случае ее даже предпочтительнее вырезать, например, из жести и, конечно, зачернить нашей матовой краской. Что же касается нитей, то для них предпочтительнее всего взять очень тонкую проволоку, такую, какой обвивают, например, скрипичную струну «соль», или даже ту проволоку, которая идет на провода для электрического освещения в так называемых шнурах.

Чтобы наклеить эти нити, как изображено на рис. 13, поступаем следующим образом. Отрезаем кусок проволоки длиною раза в $3-3\frac{1}{2}$ больше, чем наружный диаметр нашей диафрагмы, и выпрямив ее (проведя несколько раз между пальцами), складываем ее вдвое и к каждому концу этой вдвое сложенной проволоки прикрепляем какой-нибудь небольшой (в несколько граммов) грузик (напри-

мер половину свинцовой ружейной пули, небольшую гайку и т. п.). Затем, положив диафрагму на какую-нибудь подставку, хотя бы на бумажный сверток, такой, чтобы края диафрагмы выступали над ним, накладываем поверх нашу проволоку, по возможности точнее по диаметру, и ножкой циркуля или пером раздвигаем обе проволоки на одинаковое расстояние друг от друга, примерно на $1\frac{1}{2}$ —2 мм. Свешивающиеся и натягивающие проволоку грузики удержат ее в этом положении. Затем отрезаем второй такой же кусок проволоки и продельваем с ним все совершенно так же, как и с первым, но располагаем его поверх диафрагмы уже, конечно, в перпендикулярном направлении к первому. Тогда концы проволоки могут быть прикреплены к диафрагме сургучом, варом или воском, даже просто припаяны оловом; в последнем случае диафрагма должна быть, конечно, зачернена уже после припайвания, а не до него.

После этого острым ножом обрезаем края проволок так, чтобы они отнюдь не выступали из краев диафрагмы, и тогда последняя готова для водворения ее на место в окулярной трубке. Само собой разумеется, что она должна быть помещена в фокусе объектива.

Трубка искателя при стеклах в +4D и +10D будет иметь общую длину вместе с окулярной трубкой примерно 45 см. Приспособление, при помощи которого ее можно прикрепить к нашему телескопу и иметь при этом возможность регулировать направление ее оптической оси так, чтобы она была расположена параллельно оси телескопа, можно устроить следующим образом.

Кусок жести размером примерно 20×38 см сгибается так, как изображено на рис. 14, причем та часть, в которую будет вставляться трубка искателя, должна быть шире наружного диаметра трубки искателя примерно на $\frac{1}{2}$ см, а та часть, которая будет охватывать трубу телескопа,— при-

мерно на столько же уже. Сходящиеся части жести склепываются проволокой, как изображено на рис. 14. Если при сгибании окажется, что трубка для вставки искателя получилась слишком узкой, то между плоскими частями жести можно поместить четырехугольную тонкую дощечку, например из переклейки, как изображено на рис. 14 и 15. В желобки АА (рис. 14) свободных концов жести вкладываются деревянные брусочки, через которые

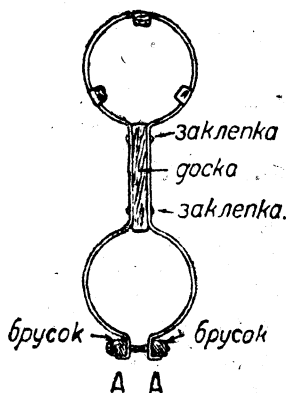


Рис. 14. Держатель искателя (вид спереди).

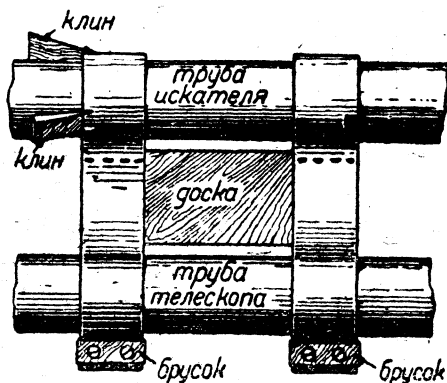


Рис. 15. Окончательный вид держателя (вид сбоку).

проходят обыкновенные винты (лучше с полукруглой головкой, которые при завинчивании плотно стягивают оба конца жести и удерживают все приспособление на трубе).

Если не найдется столь большого целого куска жести, то можно устроить то же из двух отдельных кусков, для чего с успехом можно воспользоваться парой ненужных жестяных банок от консервов. Рис. 15 вполне поясняет все устройство. За неимением же и консервных банок все это приспособление можно сделать из плотного картона; если этот картон серый, а не ломкая древесная папка.

Но так как картон толще, чем жесть, то обойму для трубки искателя нужно сделать еще несколько шире, а свободные концы АА (рис. 14) должны почти соединяться при завинчивании винтов через брусочки.

Прежде чем вставлять в обойму трубку искателя, передний конец ее, т. е. тот, который будет обращен в сторону объектива нашей трубы, разрезается ножницами на глубину 6—8 мм, если обойма жестяная, и около 1 см, если обойма картонная, — на шесть надрезов, расположенных попарно на расстоянии 120° пара от пары. При жестяной обойме ширина каждой пары надрезов приблизительно 5—6 мм, при картонной — чуть больше. Жесть в этих разрезах загибается внутрь настолько, чтобы отогнутые концы загнулись больше, чем на прямой угол. Когда мы потом вставим с этого конца трубку искателя, то она окажется поддерживаемой с одного (именно объективного) конца тремя пружинящими кусочками жести (или картона, если обойма картонная). Противоположный же конец обоймы, т. е. тот, который будет обращен в сторону окулярного конца телескопа, так же разрезаем, как и передний конец, только расстояние между разрезами в каждой паре их может быть взято несколько больше, именно до 1 см, и края их загибаются уже не внутрь, а чуть-чуть наружу. Три аккуратных клинышка длиной в 3—4 см, шириной в 1 см и толщиной около $\frac{3}{4}$ см, вставленные в эти прорезы в промежутки между обоймой и трубкой искателя, не только будут удерживать трубку неподвижно в обойме, но и позволяют расположить ее оптическую ось параллельно оптической оси телескопа.

Читатели, имеющие возможность сделать более совершенную установку стоек искателя, например с винтами вместо клинышков, конечно, могут это устроить. Но приведенная нами установка вполне отвечает своему назначению. Рис. 15 разъясняет ее устройство.

11. ШТАТИВ ДЛЯ ТРУБЫ.

Самая лучшая труба бесполезна, если она не имеет штатива или установлена на плохом штативе. Поэтому мы ниже приводим описание нескольких типов штативов, предоставляя читателю выбрать за образец любой из них. Все эти штативы легко выполнить домашними средствами и испытывались автором на практике.

Во-первых, все штативы можно разделить на две группы. Штативы азимутальные—это такие, на которых труба может совершать движение по горизонтальной и по вертикальной оси. Штативы параллактические—это такие, на которых труба может иметь движение по наклонной оси согласно с широтой места наблюдения, т. е. по часовой оси, и в направлении,

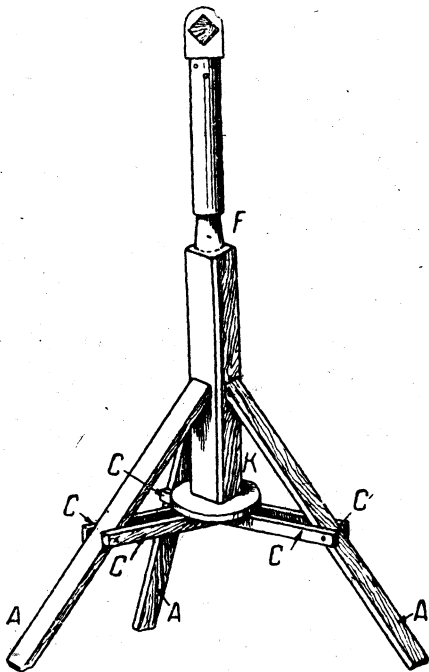


Рис. 16. Настольный азимутальный штатив.

перпендикулярном к этому движению, т. е. по оси склонений, и таким образом может следовать за суточным движением светила по небесному своду. Как азимутальные, так и параллактические штативы могут быть настольные, т. е. такие, которые можно установить на столе или под-

оконнике, и земные, которые устанавливаются прямо на земле.

Штатив всякой переносной трубы состоит, во-первых, из головки (шарнирной в азимутальных штативах и параллактической в параллактических) и треноги с колонкой или без колонки, на которой укрепена эта головка. Столовые штативы, само собой понятно, пригодны лишь для труб не особенно длинных, примерно до одного метра длины. На рис. 16 изображен такой столовый азимутальный штатив.

Для его устройства раньше всего следует сделать

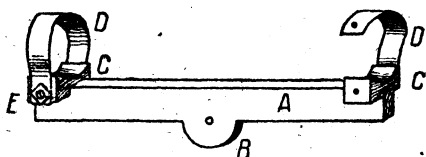


Рис. 17. Ложе для трубы.

ложе для трубы, отдельно изображенное на рис. 17. К гладкой дощечке А, имеющей выступающий полукруг В, прикреп-

плены два брусочка СС с углубленными вырезами, в которые кладется труба. Жестяные полоски DD с одной стороны привинчены к этим брусочкам наглухо, а с другой — снабжены дырочкой, поверх которой кладется металлическая шайба или маленький кусочек дощечки Е; через нее свободные концы этих полосок и привинчиваются к брускам СС, плотно удерживая трубу на этом ложе. Вместо жестяных полосок можно взять какие-нибудь ремешки или просто плотные тесемки; в последнем случае один, именно короткий, конец тесемки снабжается пряжкой с острыми шпильками (жилетной или брючной). Затем кусок от той же доски, из которой вырезана часть А, вырезается так, как изображено на рис. 18, и к двум сторонам его приколачивается еще по дощечке для утолщения. Потом все это острогивается и округляется, чтобы

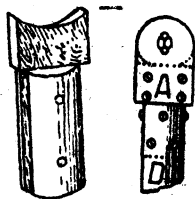


Рис. 18 и 19.
Детали лож.

получилась более или менее правильная цилиндрическая форма, как изображено на рис. 18. К верхней дощечке, оставшейся свободной от утолщения, теперь плотно прикрепляются две дощечки (лучше из переклейки), закругленные сверху (А, рис. 19 и 20). Вставив теперь ложе выступающим вырезом между дощечками АА, просверливаем его насквозь и пропускаем через эту дырочку обыкновенный винт. Вместо гайки для этого винта можно воспользоваться брусочком дерева (В на рис. 20), заворачивая который мы можем стягивать потуже, если нужно, дощечки АА. Можно, конечно, все указанное вырезать и из одного куска дерева, но это занимает больше времени и менее гарантирует соответствие промежутка между дощечками АА и толщиной полукруглого выступа В на рис. 17. Затем в центре цилиндра шарнира просверливаем неглубокую ($1\frac{1}{2}$ см) коническую дыру, в центр которой полезно вколотить гвоздик, имеющий довольно широкую шляпку. Теперь из гладкой и твердой (но не очень толстой) бумаги, обильно смазывая ее клеем, сворачиваем трубку плотно вокруг цилиндрической части шарнирной головки (D на рис. 19 и D на рис. 20).

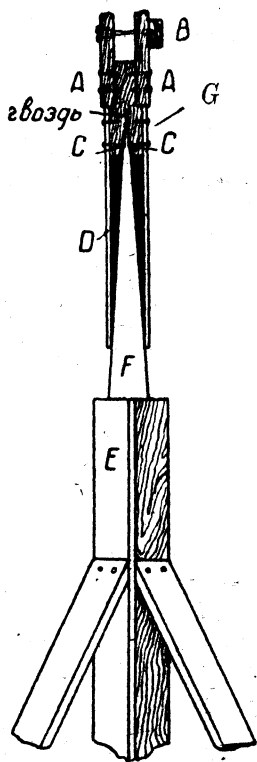


Рис. 20. Устройство веретена и трубки для горизонтального вращения трубы.

Трубка эта после высыхания для прочности еще может быть приколочена несколькими гвоздиками

или привинчена винтиками к цилиндру (рис. 19 и 20). Из достаточно толстого бруска выстругиваем трехгранную призму (E на рис. 20) и один конец ее тщательно остругиваем на конус (F на рис. 20), в вершину которого ввинчиваем винт. Головка винта затем спиливается, а остающийся торчащий конец тщательно закругляется и разглаживается. Толщина этого конического веретена должна быть такой, чтобы надетая на него трубка D нижним своим концом касалась его, в то время как спиленный винт-шпенек G упирается в шляпку гвоздя в углубленной дыре в цилиндре шарнира. Поэтому округ-

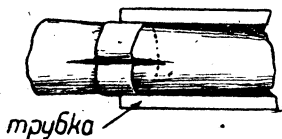


Рис. 21. Прикрепление трубы.

ление этого конического веретена следует вести по возможности тщательнее. В случае, если веретено окажется очень тонким, так что надетая на него трубка D будет качаться, то на веретено можно надеть полоску жести, концы которой следует загнуть

внутрь, для чего в дереве веретена нужно сделать соответствующее углубление (рис. 21). Тогда трубка будет очень плавно вращаться на этом веретене. Устройство треноги, поддерживающей призматическую колонку, понятно уже из рис. 16. К нижнему концу призмы прикрепляется круг K , к которому привинчиваются три распорки C , удерживающие три бруска A . Вместо такой треноги можно укрепить колонку (не придавая ей призматической формы) в центре прочной треугольной доски, снизу которой прибить три небольших брусочка в виде ножек, или просто ввинтить на половину длины три винта с полукруглыми головками. Но такой штатив будет менее устойчив; кроме того, прочно укрепить в доску круглую колонку можно только при помощи столярного клея.

Азимутальный штатив для длиннофокусной трубы, т. е. трубы, длиной в 2 м, конечно, не может

быть настольным, а должен иметь достаточно высокую треногу. Такой штатив изображен на рис. 22. Как ложе для трубы, так и шарнирная головка для движения по горизонтальной оси имеет у него несколько иное устройство. Ложе для трубы, отдельно

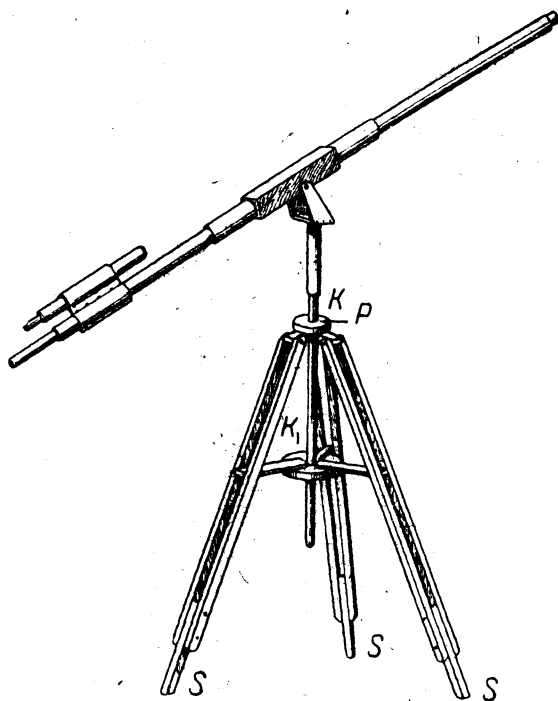


Рис. 22. Общий вид телескопа на штативе.

изображенное на рис. 23, представляет собою деревянный ящик без двух (меньших) боковых стенок, ширина которого внутри точно равняется наружному диаметру трубы, так что вдвинутая в него труба может держаться в нем достаточно прочно. В боковые стенки этого ящика с обеих сторон наполовину ввинчено по довольно толстому обычно-

венному винту-шурупу *A* с конической головкой (рис. 23). Винты эти должны быть тщательно ввинчены друг против друга, так как они составляют горизонтальную ось движения трубы. Для этого на каждой стороне ящика следует начертить две диагонали; точка пересечения их укажет точно центр доски; последняя, конечно, должна быть достаточно толстой, чтобы в нее можно было ввинтить этот винт.

Устройство шарнирной головки достаточно ясно видно на рис. 23. К дощечке *B*, шириной чуть

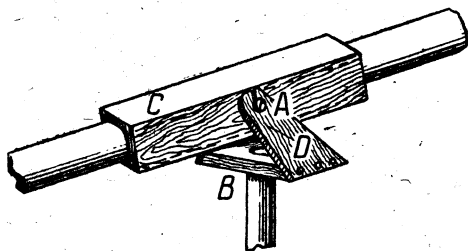


Рис. 23. Другой вид ложа трубы.

больше, чем ширина ящика *C*, привинчены две вырезанные из толстой переклейки дощечки *D*, имеющие в верхней своей части прорезы, в которые и вкладываются винты *A*. Для того что-

бы сделать эти прорезы одинаковыми (т. е. так, чтобы вложенные в них винты приняли не косое, а горизонтальное направление), следует обе дощечки сложить вместе и одновременно просверлить в них дыру, а затем уже, привинтив их на место к доске *B*, пропиливать прорезы. Эти прорезы позволяют легко снимать трубу со штатива при уборке ее.

Что же касается вертикальной оси этого штатива, то она может быть устроена совершенно так же, как и в столовом штативе, т. е. вращаться на веретене. Но веретено здесь расположено уже не на призматической колонке, а на длинной цилиндрической палке (рис. 22), которая имеет ряд просверленных поперек нее дырочек и которая может подниматься на различную высоту, продвигаясь через круги *K* и *K*₁ в треноге. Гвоздь *P*, просунутый через одну из дырочек, удерживает эту палку на любой высоте.

Треногу для этого штатива удобнее всего соорудить из реек. Прежде всего, однако, нужно из прочного дерева вырезать круг или шестиугольник и привинтить к нему три бруска так, как изображено на рис. 24, и затем в центре круга просверлить коловоротом дыру, в которую должна входить цилиндрическая палка. На рис. 24 изображен этот круг с привинченными к нему брусками, как он выглядит снизу. Затем шесть реек длиной примерно по $1\frac{1}{4}$ м привинчиваются по паре к каждому бруску. Собственно говоря, лучше все их привинтить длинными, так называемыми стульными болтами, снабдив последние гайками «барашками». Но достать теперь такие болты едва ли возможно; тогда придется привинтить каждую рейку одним коротким винтом с каждой стороны

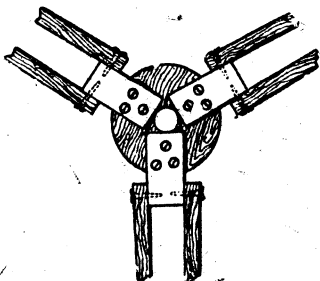


Рис. 24. Способ скрепления ножек треножника.

бруска. Винты должны быть такой длины, чтобы, будучи завернуты до отказа, они не уперлись друг в друга с противоположных сторон, так что ширина брусков, толщина реек и длина винтов должны соответствовать друг другу. Между нижними свободными концами реек вставляется по отрезку S рейки (рис. 22), примерно в 30 см длиной, так, чтобы 15 см приходилось наружу, а 15 см между рейками; все это свинчивается винтами или плотно сколачивается гвоздями. Второй круг K_1 лучше сделать несколько большего диаметра, чем круг K , и к нему также прикрепить три дощечки, чтобы концы их плотно входили между рейками каждой ноги треноги, где они и закрепляются опять-таки винтом или гвоздем. В центре круга K_1 , конечно, также сперва просверливается дыра, в которую проходит цилиндрическая палка от шарнирной головки. На рис. 22 дощечки, приделан-

ные к кругу K_1 , для наглядности изображены прикрепленными сверху. При укреплении круга K_1 следует обратить внимание на то, чтобы дыра в нем приходилась точно на вертикальной линии против дыры верхнего круга: вставленная палка должна иметь вертикальное направление. Этого легко достигнуть, если, прежде чем связывать круг K_1 с ногами треноги, установить последнюю на гладком полу и вставить затем палку через оба круга.

12. ПАРАЛЛАКТИЧЕСКИЙ ШТАТИВ.

Теперь перейдем к описанию параллактического штатива, позволяющего с большим удобством сле-

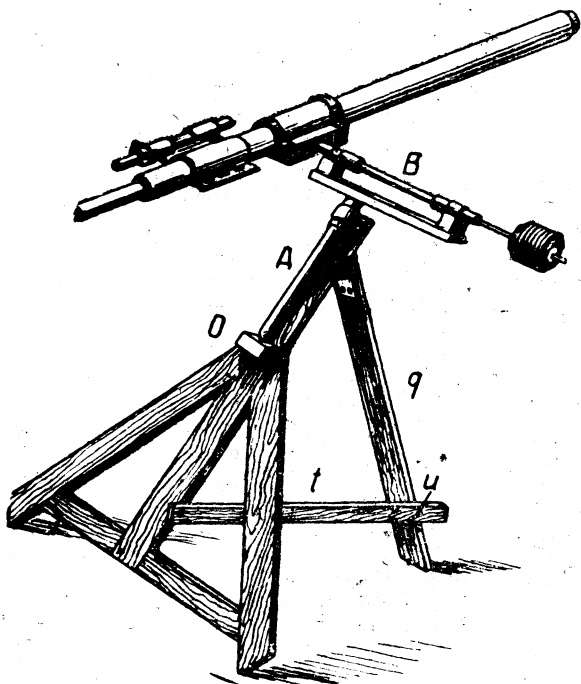


Рис. 25. Телескоп на параллактическом штативе.

дить за небесным светилом. На рис. 25 изображен такой штатив столового типа, т. е. пригодный для труб до 1 м длиною. Ложка для трубы в параллактическом штативе отличается от ложка в обычно-

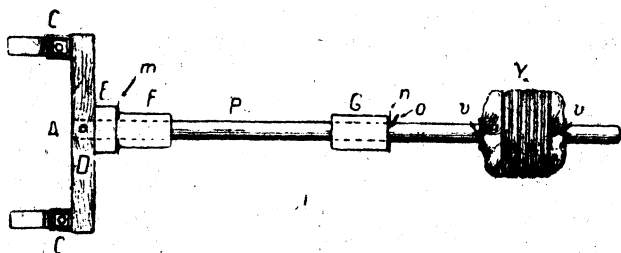


Рис. 26. Устройство оси склонения.

венном шарнирном штативе лишь тем, что брусочки *СС* в последнем прикреплены к ребру дощечки, а в первом — к ее широкой стороне (рис. 26); дощечка эта — просто четырехугольник, в центре которого просверлена коловоротом дыра *А*; в нее плотно вогнана длинная гладко округленная палка *В*, конец которой еще прохвачен винтом *Д*. Лучше, конечно, такую палку выточить на токарном станке с такими именно выступами *Е*, *Г* и *Г*, какие изображены на рис. 26. Но если сделать это не представляется возможным, то такие выступы можно нарастить на палке, нававернув на нее обильно смоченную клеем плотную бумагу. При этом выступы *Г* и *Г* должны быть одинаковой толщины и приходить как раз в углубления в брусках *Л, Л* (рис. 27)

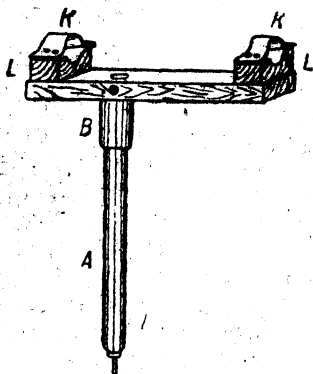


Рис. 27. Устройство часовой оси.

часовой оси. Часовая ось — также четырехугольная доска, на концах которой укреплены эти бруски *L, L*, привинченные снизу этой доски. Полоски жести *K*, согнутые так, как показано на рис. 28, привинчиваются к брускам и служат втулками для оси склонения, которая как раз ложится на жесть бумажными выступами *F* и *G* (рис. 26). Чтобы эта ось склонения при различных ее положениях не выскальзывала из втулок, на нее надета жестяная шайба *n*, которая удерживается на месте гвоздем *o*. Жестяная же шайба *m*, одетая поверх *F*, служит для того, чтобы бумажный выступ *E* не обтирался о край жестяной полоски втулки *K* (рис. 27). Часовая ось *A* (рис. 27) —

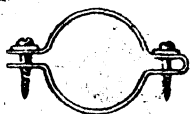


Рис. 28. Зажим для трубы.

также хорошо округленная деревянная палка, но короче, чем ось склонения, и вставленная в доску не в центре последней, а ближе к одному краю примерно на $\frac{1}{3}$ длины, конечно, все-таки на линии, проходящей через середину этой доски. Она так же плотно вогнана в дыру, просверленную в этой доске, и так же притянута еще и винтом, как и ось склонения. Утолщение *B* на ней тоже сделано из бумаги и приходится во втулке на бруске *P* (рис. 29), привинченном уже на рейке штатива. Последняя снабжена жестяной полоской, как и втулка оси склонения. В нижний закругленный конец этой часовой оси ввинчивается до половины винт, головка которого спиливается, или вко-

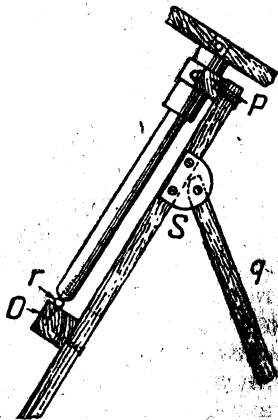


Рис. 29. Способ скрепления часовой оси со штативом.

лачивается гвоздь, у которого шляпка также удаляется, а выступающий конец тщательно заглаживается и округляется напильником; получившийся таким образом шпенек вставляется в дырочку, просверленную в бруске *O* (рис. 29). Чтобы дерево оси не терлось о дерево этого бруска, если дырочка будет очень глубока, на шпенек можно надеть небольшую жестяную шайбу. Тренога штатива одновременно служит и поддержкой для часовой оси, которая должна быть наклонена, как известно, на угол, соответствующий широте места наблюдения. Для этого к рейке, удерживающей часовую ось, прикреплена при помощи обыкновенной прочной петли вторая рейка *q* (рис. 25), соединяющаяся внизу с ней планкой *t*. Прежде чем закручивать в последний винт *u*, нужно точно наклонить часовую ось на надлежащий угол, чего легко достигнуть, если приложить к рейке этой оси транспортир и опустить от него отвес. В случае отсутствия петли для привинчивания рейки *q*, можно последнюю соединить с рейкой часовой оси деревянным шарниром из переклеек, как изображено на рис. 29, *S*.

Самый простой противовес (*Y* на рис. 26), уравновешивающий тяжесть трубы, можно сделать таким образом. Кусок жести надо обернуть вокруг палки *B* (рис. 26) и, разрезав немного концы получившейся таким образом жестяной трубки, отогнуть их в сторону, чтобы они образовали род звездоподобного фланца с каждого конца. Затем из какой-нибудь плотной материи надо сшить мешочек и наполнить его песком лишь настолько, чтобы, будучи распластанным, он не был толще 2—2½ см, после чего открытый конец этого мешочка следует тщательно зашить. Затем, обернув его аккуратно вокруг жестяной обертки, туго обматываем его сплошь бечевкой, концы которой аккуратно закрепляем и скрываем под этой же бечевкой, после чего противовес густо окрашиваем раза два масляной краской.

Для удержания его на месте в ось склонения ввинчиваются с двух сторон жестяной обертки по винтику (v, v на рис. 26).

Вообще все штативы и оси следует покрыть краской. То же, еще в большей степени, относится и к самой трубе телескопа. Бумага, как известно, очень гигроскопична и легко вбирает в себя влагу из воз-

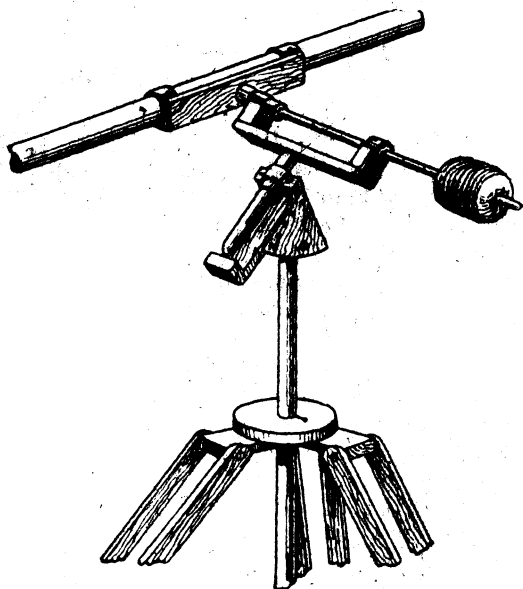


Рис. 30. Параллактическая установка.

духа; поэтому-то трубу и следует хорошо покрасить масляной или лаковой краской. К тому же это придает ей более изящный вид.

Параллактический штатив для длиннофокусной трубы изображен на рис. 30. Он отличается от столового тем, что рейка с брусками, поддерживающая часовую ось, прикрепляется к палке-колонке, оканчивающейся вверху четырехугольником, к которому он и приделан посредством прочной петли.

(*b* на рис. 31, *I*), или, за неимением ее, просто винтами (*b* на рис. 31, *II*). Изменение наклона часовой оси достигается тем, что в дощечках *c, c* (рис. 31, *I* и *II*) сделан прорез — шпиг, через который в четырехугольник и ввинчиваются с каждой стороны по винту *d* с полукруглой головкой, под которую полезно подложить шайбы. Палка-колонка для этого штатива должна быть очень массивной и совершенно плотно

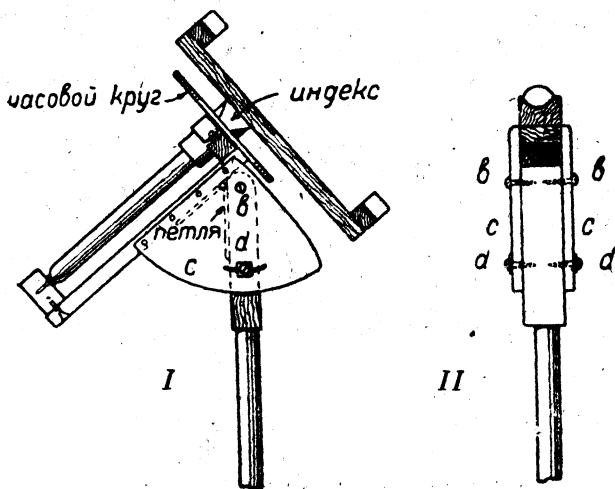


Рис. 31. Детали параллактической установки.

удерживаться на месте, иначе малейший ветер будет качать трубу. Вообще лучше даже сделать палку-колонку совсем неподвижной и удлинить зато треноги. Такой штатив, правда, будет несколько громоздок, но зато гораздо устойчивее.

При желании, можно снабдить параллактический штатив разделенными кругами, при помощи которых можно, например, найти Венеру днем, и т. д. Круги, конечно, лучше всего сделать из переклейки: их можно выполнить двояко.

Во-первых, можно наклеить с двух сторон на переклейку хорошую бумагу и, начертив на ней

круги, разделить один из них на 360° , а другой на 24 часа и доли часов. Затем круги надо тщательно выпилить, огладить и закрыть, если возможно, каким-нибудь светлым лаком для предохранения от сырости.

Во-вторых, можно получить разделенный круг и таким образом: взять полоску жести шириною около $1\frac{1}{2}$ см и длиною точно в 72 см и согнуть ее в более или менее правильное кольцо так, чтобы концы ее пришлись встык; затем из толстой переклейки вырезать круг такой величины, чтобы он как раз вошел в это жестяное кольцо, которое затем и приколачивается на него наподобие шины (рис. 33). Тогда на полоске бумаги, тоже в 72 см длинной и в $1\frac{1}{2}$ см шириной, чертим деления, приложив к ней линейку с сантиметрами. Каждый сантиметр будет соответствовать 5° , поэтому делим его на 5 частей (по 2 мм). После этого нашу полоску бумаги наклеиваем поверх жестяной полоски. Этим способом можно скорее и точнее разделить круг на 360° ; круг этот будет диаметром около 20 см.

Еще быстрее и точнее можно нанести деления на этой полоске, если применить какое-нибудь зубчатое колесо от старых дешевых «ходиков». Приложив такое колесо к линейке, проводим им с некоторым нажатием по бумаге, держа его двумя пальцами за ось; оно оттиснет на бумаге ровный ряд одинаково отстоящих друг от друга черточек, которые затем остается лишь обвести тушью. Конечно, в этом случае полоска уже будет не в 72 см длинной, а такая, какая получится из 360 черточек.

С обратной стороны к центру круга прикладывается восьмиугольный брусочек, который и привинчивается к кругу 3—4 винтами с лицевой стороны. Затем через центр круга коловоротом просверливается дыра, точно соответствующая толщине оси склонения. Винтовой пробойчик, а за неимением его обыкновенный винт, ввинченный в этот брусочек сбоку, удержит круг склонения в желаемом положе-

нии (рис. 32 и 33). К часовому кругу приделывать бруска не нужно; после того как в центре его будет просверлена дыра, он просто одевается на часовую ось и прикрепляется парой винтов к тому брусочку, в котором находится втулка для этой оси (рис. 31).

Индекс можно сделать из жести; на оси склонения он с успехом может служить вместо шайбы *n* (рис. 26). Его нужно натуго привинтить к бруску втулки (рис. 32). Для часового же круга индекс удобно привинтить к доске, поддерживающей ось склонения

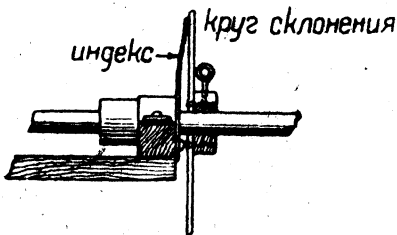


Рис. 32. Способ прикрепления круга склонений.

(рис. 31, I). Таким образом круг склонения будет вращаться, а индекс его будет неподвижен; часовой же круг будет неподвижен, а индекс его будет вращаться.

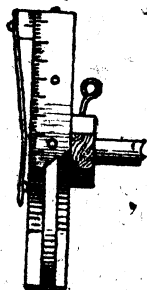


Рис. 33. Деления на цилиндрической поверхности.

Теперь скажем еще об одном штативе, который особенно рекомендуем любителям, намеревающимся регулярно наблюдать солнечные пятна. Это — параллактический штатив английского типа. Неудобство его заключается в том, что на нем нельзя обозревать все небо (именно северной его части), но зато этот штатив очень легко и просто устроить, а главное, на нем можно достичь гораздо большей устойчивости для трубы; кроме того, на нем очень легко устроить микрометрические движения обеих осей, что очень облегчит производство наблюдений.

Для этого штатива труба снабжается таким же четырехугольным деревянным ящиком-держателем, как и в азимутальном штативе (рис. 23), ввинченные в бока этого ящика шурупы будут служить осью

склонения. Часовая же ось, собственно говоря, и составляющая весь штатив, изображенный на рис. 34, — это узкий и длинный четырехугольник, сколоченный из реек и брусков. Ширина его должна быть такова, чтобы ящик входил свободно между

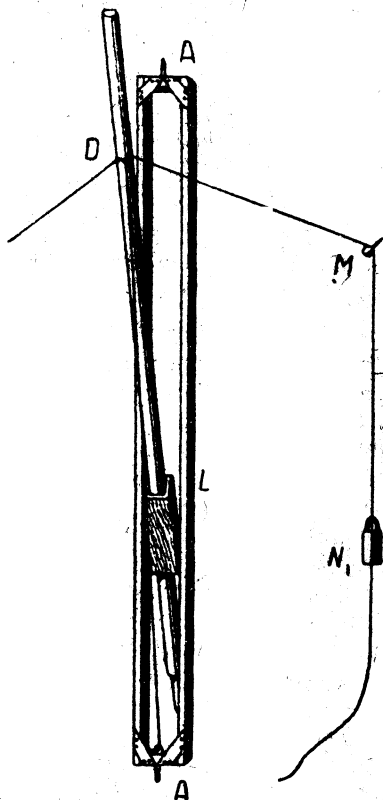


Рис. 34. Параллактический штатив английского типа.

этим рейками. На нижнем и верхнем концах рамы точно в середине вделано по шпильку *A*, которые и составляют, собственно, часовую ось. Если, наклонив эту раму на угол, соответствующий ширине места, мы упрям нижний конец ее во что-нибудь твердое, а верхний — хотя бы в стену дома, то труба наша будет двигаться параллактически.

Но это только самая суть штатива этого типа. На деле удобнее поступить так. Надо врыть в землю столб или кол (рис. 35), верхушка которого срезана наискось под углом, приблизительно соответствующим высоте небесного экватора на месте наблюдения.

Примерно в середине среза надо укрепить либо металлическую, либо деревянную (из крепкого дерева) дощечку *A* (рис. 35) с просверленной в ее середине дырочкой, в которую и

вставляется нижний шпенек часовой оси. Верхний же конец этой оси упирается в деревянный кронштейн, прибитый к стене строения¹, причем верхняя планка

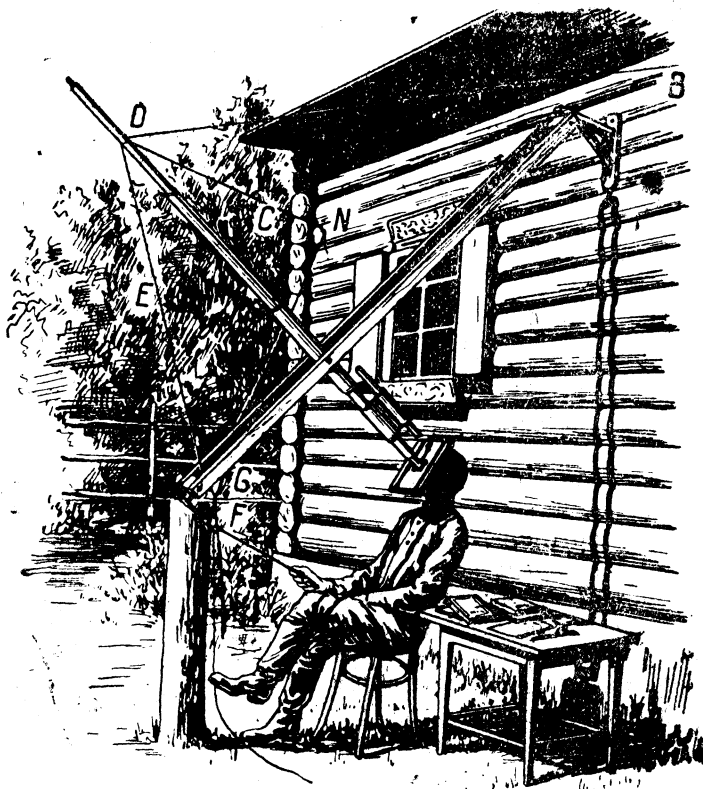


Рис. 135. Общий вид самодельной астрономической трубы.

кронштейна прикреплена не горизонтально, а наклонно, и так, чтобы она была более или менее парал-

¹ Конечно, если у строения расположиться этим способом неудобно, то кронштейн нужно укрепить на втором, более высоком столбе, расположенном точно к северу от первого, меньшего.

лельна плоскости среза столба, т. е. также приблизительно соответствовала высоте небесного экватора. Конец ее примерно на 3 см разрезан прорезом, в который и вставляется верхний шпенек часовой оси, так что убрать ее можно в несколько секунд.

Поже с трубой, а стало быть, и ось склонений, как видно из рисунка, помещены ближе к нижнему концу часовой оси; кроме того, сама труба очень далеко выдвинута вперед и без помощи тонких веревок *B* и *C*, конечно, будет всегда падать вниз объектив-

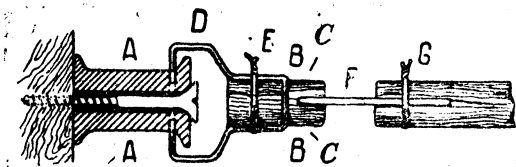


Рис. 36. Устройство карданного шарнира.

ным концом. Вертвкн *B* и *C*, в сущности, представляют одну длинную веревку, которая захватывает петлей трубу в *D*. Конец веревки *B* снабжен небольшим жестяным ведерком N_1 (рис. 34), в которое насыпается песок; затем эта веревка проходит через небольшой блок *M* (рис. 34) и после закрепления в месте *D* по трубе идет по другую сторону трубы опять через небольшой блок *N* (рис. 35), а оттуда к столбу, где она и наворачтывается на катушку микрометрического движения часовой оси *E*. Вертвкн *E*, укрепленная уже наглухо там же в *D*, идет к нижнему концу часовой оси и тоже наматывается на катушку микрометрического движения по оси склонения *G*. Эти три оттяжки хорошо удерживают трубу и не позволяют ей колебаться даже при ветре. Подробности устройства микрометрического движения, т. е. вращения катушки при помощи ручки, снабженной так называемым кардановским шарниром, видны из рис. 36.

Обыкновенная швейная катушка просверливается поперек по диаметру в *A* и затем при помощи

обыкновенного винта привинчивается к столбу так, чтобы она вращалась на этом винте с некоторым трением. Затем цилиндрический кусочек какого-нибудь твердого дерева (береза, ясень и т. п.) просверливается поперек в двух противоположных направлениях *В* и *С*, и от дырочки *В* к концу цилиндра прорезаются небольшие желобки. В дырочку вставляется кусок твердой проволоки *Д*, которая загибается так, как изображено на рисунке, и концы ее вгоняются в дырочки *АА* в катушке. Чтобы она держалась прочно и не разгибалась, сверху ее закрепляют проволокой *Е*.

Затем конец палочки, служащей ключом или ручкой, которая будет вращать эту катушку, просверливается также насквозь; через нее продевается проволока *Г*, которая также лежит в желобках, прорезанных от этой дырочки, а загнутые концы ее затем вставляются в дырочку *С* на цилиндрике. Она тоже удерживается на месте проволокой *Г*. Таким образом у нас получается настоящий карданный шарнир.

Если теперь конец *С* (рис. 35) веревки, удерживающей трубу, прошедший через блок *Н*, намотать несколько раз на катушку и затем вращать последнюю при помощи ручки, то труба будет медленно вращаться по часовой оси. Подкручивая или раскручивая катушку *Г*, мы можем корректировать трубу по оси склонения. Понятно, что блоки *Н* (рис. 35) и *М* (рис. 34) должны быть расположены довольно далеко от середины часовой оси, дальше, чем длина выступающего из нее конца телескопа, и, по крайней мере, в плоскости кронштейна, — тогда возможно будет обозревать небо почти на 180° . Если же их поместить дальше за эту плоскость, то можно иметь и еще большее поле для обозревания неба. Понятно также, что при наблюдении светила в восточной части неба при повороте трубы веревку *ВС* следует освободить в месте *Д*, сделав конец *В* короче, чем *С*. Кроме того, при этом часть песка из ведерка мож-

но высыпать, так как труба и без груза будет стремиться падать налево, т. е. к востоку. После же прохождения светила через меридиан, когда труба будет стремиться сваливаться вправо, т. е. к западу, песка можно добавить. Само собой разумеется, что ведерко укрепляется на конце *B* в разных местах, в зависимости от положения трубы. Блоки *N* и *M*, конечно, — подвижные, и они вешаются прямо на крючки, вбитые в стену дома (или в специальные кольца, если часовая ось расположена между двух столбов). Особенно пригодны для этой цели маленькие целлулоидные блочки, употребляющиеся на брючных подтяжках. За неимением же блоков с успехом можно применить пару тех костяных колец, которые употребляются на оконных занавесах. Если светило очень высоко над горизонтом или, наоборот, очень низко, то трубу можно укреплять в часовой оси выше или ниже, для чего в рейках сделаны добавочные дырочки *L* (рис. 34).

Чтобы возможно было быстро размотать длинный конец веревки, намотанный на одну из катушек микрометрического движения, проволочное кольцо *E* (рис. 36) следует затягивать не туго, а лишь настолько, чтобы его нетрудно было стянуть с проволоки *D*; после этого она слегка раздвигается, и тогда ее легко вынуть из катушки, отделив, таким образом, кардановский шарнир.

Наша труба, имея незначительное отверстие объектива, будет, конечно, обладать и небольшой разрешающей силой. Однако любитель астрономии, вооруженный такой самодельной трубой, может не только любоваться небесными светилами, но может и заняться также систематическими астрономическими наблюдениями.

Производимые регулярно по определенным инструкциям, с соблюдением необходимой тщательности и аккуратности, такие любительские наблю-

дения могут иметь и определенную научную ценность.

Основные разделы «научно-любительской» работы — это наблюдения следующих объектов: 1) метеоров (падающих звезд), 2) переменных звезд, 3) Солнца, 4) больших планет и 5) Луны. Для наблюдения метеоров и переменных звезд использовать самодельную трубу не удастся, так как метеоры наблюдаются обычно невооруженным глазом, а переменные звезды — при помощи бинокля.

Но наблюдения Солнца, Луны и планет можно с успехом производить с ее помощью. Наблюдение и счет пятен и групп на Солнце с целью получения кривой солнечной деятельности, последовательная зарисовка групп для изучения законов их развития, зарисовка отдельных деталей лунной поверхности для изучения изменений их вида в зависимости от фазы Луны, зарисовка полос, темных и светлых пятен на поверхности Юпитера — все эти наблюдения оказываются доступными любителю астрономии, вооруженному трубой, увеличивающей хотя бы в 40—50 раз.

Не имея возможности давать здесь конкретные указания к наблюдениям, мы отсылаем читателя к «Постоянной части Русского астрономического календаря (IV изд. 1930 г.)», где помещены подробные инструкции к любительским астрономическим наблюдениям, и к Московскому отделению Всесоюзного астрономо-геодезического общества, к которому можно обращаться за справками и советами как по изготовлению самодельной трубы, так и по организации астрономических наблюдений с ней, по адресу: Москва, 1 Садово-Кудринская, 5 (Планетарий), Коллектив наблюдателей М. О. В. А. Г. О

СОДЕРЖАНИЕ.

	<i>Стр.</i>
1. Вступительные замечания	3
2. Очковые стекла	9
3. Простой телескоп	11
4. Штатив	13
5. Объектив трубы	15
6. Монтировка и центрировка объектива	17
7. Труба телескопа	20
8. Окуляр	26
9. Темные солнечные стекла	32
10. Искатель	34
11. Штатив для трубы	39
12. Параллактический штатив	46

0-20

31 cont. 1/1/2

